Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Leiter: Professor Dr. Erich Körber
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Tübingen
Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. Dorothea Dausch-Neumann

---

# Über das Dimensionsverhalten gummielastischer Werkstoffe zur Abformung zahnloser Kieferabschnitte

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Monika Waiblinger, geb. Smiatek
aus Bremen

1974

Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik
Leiter: Professor Dr. Erich Körber
der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Tübingen
Geschäftsführender Direktor: Professor Dr. Dorothea Dausch-Neumann

---

# Über das Dimensionsverhalten gummielastischer Werkstoffe zur Abformung zahnloser Kieferabschnitte

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Klinische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Monika Waiblinger, geb. Smiatek
aus Bremen

1974

Dekan: Professor Dr. E. Körber

Berichterstatter: Professor Dr. E. Körber

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

Meinen Eltern
in Dankbarkeit
gewidmet

INHALTSÜBERSICHT


| | Seite |
|---|---|
| I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG | 1 |
| II. LITERATURÜBERSICHT | 5 |
| III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN | 8 |
| A) Die Materialien und ihre Verarbeitung | 8 |
| 1) Übersicht | 8 |
| 2) Verarbeitung | 9 |
| B) Versuchsanordnung | 13 |
| 1) Der Prüfkörper | 13 |
| 2) Das Meßverfahren | 17 |
| 3) Die individuellen Löffel | 18 |
| 4) Das Abformverfahren und die Modellherstellung | 20 |
| 5) Das Ausmessen der Modelle | 22 |
| 6) Das Auswertungsverfahren | 22 |
| IV. ERGEBNISSE | 25 |
| V. DISKUSSION | 62 |
| VI. ZUSAMMENFASSUNG | 69 |
| VII. LITERATURVERZEICHNIS | 71 |
| VIII. ZUSAMMENSTELLUNG DER MESSPROTOKOLLE | 76 |

# I. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Eine wichtige Voraussetzung für die Anfertigung eines Zahnersatzes ist, um ein möglichst originalgetreues Arbeitsmodell zu gewinnen, die exakte Abformung der betreffenden Kieferabschnitte. Bei der Abformung eines zahnlosen Kiefers kommt es über die genaue Wiedergabe der Schleimhautoberfläche hinaus darauf an, Form und Größe der Prothesenbasis zu bestimmen. Da die zur stabilen Prothesenlagerung geeigneten Kieferabschnitte in ihrer Ausdehnung funktionsabhängig sind, wird dieses Ziel mit Hilfe eines Funktionsabdrucks erreicht. Unter Verwendung eines genau auskonturierten individuellen Löffels wird das Prothesenlager während der Funktion der angrenzenden Weichteile, das heißt, unter der Bewegung von Lippen, Wangen und Zunge, der Kau- und Schluckmuskulatur, abgeformt. Unter Einbeziehung muskelfreier Räume und Aussparung einstrahlender, beweglicher Bänder ist man bestrebt, den Abdruck soweit auszudehnen, daß der ventilartig gestaltete Rand an den Übergang von beweglicher zu unbeweglicher Schleimhaut (Grenzzone, Übergangszone, neutrale Zone nach RHEM, Aktionsgrenze nach SCHREINEMAKERS) zu liegen kommt. Ziel dieser Maßnahmen ist es, den guten Halt der Prothese während der Funktion durch eine möglichst große Auflagefläche, optimale Einlagerung in das Muskelspiel und eine durch die Randgestaltung gegebene zirkuläre Randdichtung zu gewährleisten, damit den Kaueffekt zu erhöhen und eine günstige Belastung des Prothesenlagers zu erreichen.

Seit SCHROTT die Funktionsabformung des zahnlosen Kiefers im Jahre 1864 als erster ausführte und der Funktionsabdruck auch auf wissenschaftlicher Basis von W. BALTERS (4), A. KANTOROWICZ (19), M. SPRENG (43) und H. REHM (32) zu Beginn dieses Jahrhunderts weiterentwickelt wurde, hat die Methode eine kaum mehr zu übersehende Zahl von Verbesserungen und Modifikationen erfahren ; ein Beweis dafür, welche Bedeutung der Abformung des Prothesenbettes als Teilschritt zur Her-

stellung einer funktionell befriedigenden Totalprothese beigemessen wird.
Einige der im Laufe der Zeit entwickelten Verfahren zum Funktionsabdruck seien an dieser Stelle erwähnt: der Kauabdruck (M. SPRENG (43), der Schluckabdruck (A. HRONATKA (15), der Kerrfutterabdruck (H. REHM (32), der Gips-Pinselabdruck (H. VAN THIEL (47), die mukodynamische Ex-3-N Abformmethode (H. TRACKSDORF (46), die Mucoseal- Methode (N. PEUTSCH (28), der rationalisierte Funktionsabdruck (M. HOFMANN und K. LEHMANN (14), die Methode J. SCHREINEMAKERS (34), der Ventilabdruck nach H. WILD (51).
Neben der Vielzahl der Funktionsabdruckmethoden besteht aber auch ein geradezu überwältigendes Angebot an Funktionsabdruckmaterialien. Dabei nehmen die elastomeren Abformwerkstoffe, an ihrer Spitze die Silikone, auf Grund ihrer günstigen Eigenschaften immer mehr Raum ein und sind im Begriff, klassische Funktionsmaterialien wie Gips, Guttapercha und Stents fast vollständig zu verdrängen.
Als solche günstigen Eigenschaften der gummielastischen Materialien sind zu werten: saubere, angenehme Verarbeitung, gute Löffelhaftung (durch Perforation oder Adhesiv-Flüssigkeit), keine stärkere Belästigung des Patienten, hohe Abformgenauigkeit und gute Formkonstanz auch bei längerer Lagerzeit, Vollelastizität und Abrißfestigkeit. Bei den in jüngerer Zeit entwickelten Präparaten lassen sich auch Fließvermögen und Abbindezeitpunkt durch entsprechende Härterkomponenten und Verdünnerpasten bestimmen. Somit ist ein entscheidender Mangel der elastomeren Massen, nämlich der für die Funktionsabformung häufig zu kurz bemessene Zeitraum bis zur Abbindung, behoben.
Über das Dimensionsverhalten irreversibel-elastischer Abformmaterialien mit gummielastischen Eigenschaften sind zahllose Untersuchungen veröffentlicht worden. Als Prüfkörper dienten dabei Stahlkugeln (R. SCHWINDLING (38,39,40), Stahlquader (H. BERGMANN und E. KÖRBER (5), stilisierte MOD-Kavitäten (G. AHRENS und R. NAUJOKS (1); J. STÜBEN und W.F.

HOPPE (45), stilisierte Zahnstumpfmodelle (V.K.ILG (16); K. ANDRYSEK (3); R. LOHMILLER (25); P. LUDWIG (26); E. KÖRBER und K. LEHMANN (21). Bei allen diesen Untersuchungen wurde festgestellt, daß diese Abdruckmassen keine absolute Formkonstanz besitzen, sondern daß alle Materialien Dimensionsänderungen in Abhängigkeit vom Material, der Lagerdauer, dem Abdruckverfahren und dem Verhältnis zwischen Objektgrösse und Abdruckschichtdicke unterworfen sind. (V.K. ILG (16); R. SCHWINDLING (38,39,40); H. BERGMANN und E. KÖRBER (5); P. LUDWIG (26). Bei längerer Lagerzeit (48 Stunden) ist für die oben genannten Prüfkörper eine lineare Dimensionsänderung von ca. 0,5 % zu erwarten.
Die Frage lag nahe, in welcher Richtung und Größe die Schrumpfungsvorgänge verschiedener Abformmaterialien beim Funktionsabdruck verlaufen würden. Ähnliche Dimensionsänderungen, wie sie für Abdrücke von bezahnten Kieferabschnitten festgestellt wurden (0,5 % nach 48 Stunden), müßten bei Funktionsabdrücken mit einem Kieferdurchmesser von ca. 5 Zentimetern zu Abweichungen von mehreren Zehntel Millimetern vom Original führen. G. JANKE (18) stellte fest, daß es bei einer Schrumpfung der lateralen Prothesenanteile um 1/3 mm für die Dauer der Tragezeit zu einer Durchblutungsstörung der Schleimhaut dieses Gebietes kommt und bei längerem Anhalten dieses Zustandes ein Kammschwund resultiert. Totalprothesen mit ungenauer Paßform führen zu pathologischen Veränderungen am Prothesenlager, wie sie schon von E. FRÖHLICH (9), G. STAEGEMANN (44), H. LANGER (23), H. LEHMANN (24), W. REITHER (31), F. GASSER (10) u.a. beschrieben wurden.
Es soll daher Aufgabe dieser Arbeit sein, das Formverhalten 10 verschiedener irreversiebel-elastischer Abformmaterialien bzw. Materialkombinationen bei unverzüglich nach der Abdrucknahme ausgegossenen, sowie bei 48 Stunden lang gelagerten Funktionsabdrücken zu überprüfen. Es soll festgestellt werden, ob durch die modernen Abdruckmittel die Möglichkeit zu einer originalgetreuen Reproduktion des Prothesenlagers und damit der Herstellung von kieferkongruen-

ten Gipsmodellen gegeben ist.

## II. LITERATURÜBERSICHT

Nach systematischer Durchsicht der Fachliteratur konnten wir feststellen, daß Veröffentlichungen zum Funktionsabdruckverfahren selbst zahlreich vorhanden waren. Weit geringer jedoch ist die Zahl der Autoren, die Untersuchungen über die maßgerechte Wiedergabe des zahnlosen Kiefers bei verschiedenen Abdruckmethoden und -materialien sowie der daraus resultierenden Paßgenauigkeit und Funktionstüchtigkeit der Prothese durchgeführt haben.

H. VAN THIEL (47,48) untersuchte mit Hilfe von in übereinstimmenden Schnittebenen zersägten Gipsmodellen durch Vergleich der Oberflächenbilder die Verlagerung der Kieferschleimhaut bei verschiedenen Funktionsabdruckmethoden (Gipsabdruck mit Serienlöffel, Pinselabdruck, Guttapercha-Kauabdruck, Entlastungsabdruck).
1959 untersuchte er nach der gleichen Methode die Unterschiede in der Wiedergabe des zahnlosen Kiefers und der Umschlagfalte durch unterschiedliche Funtionsabdruckmethoden (Stents, Gipsabdruck mit Serienlöffel, Schluckabdruck, Muco-Seal Abdruck, Pastenabdruck), sowie durch verschiedene Behandler.

Ebenfalls durch Oberflächenvergleich der Querschnittsbilder von Unterkiefer-Gipsmodellen untersuchte S. ZEHM (53) die Darstellung des Prothesenlagers im Hinblick auf das Verhalten der angrenzenden Weichteile bei verschiedenen Abdruckverfahren (anatomischer Gipsabdruck, nur die unbewegliche Schleimhaut erfassender Abdruck, Schluckabdruck mit Serienlöffel und mit individuellem Löffel).

F. SCHILLER (33) verglich die Genauigkeit von anatomischen Alginat- und funktionellen Silikonabdrücken durch einen einfachen Test, indem er die Paßgenauigkeit einer vom zahnlosen Oberkiefer-Urmodell hergestellten Patritze an Model-

len, die nach Alginat- und Silikonabdrücken hergestellt waren, überprüfte.

D. HERMANN (12) ermittelte die Belastung der Schleimhaut unter Oberkiefer-Totalprothesen und die sich daraus ergebende Funtionstüchtigkeit des Ersatzes in Abhängigkeit vom Abdruckverfahren (Situationsabdruck und Funktionsabdruck mit Stents und Bucoform unter Kompression des Prothesenlagers).

K. FISCHER (7) beschäftigte sich mit Resilienzerscheinungen beim Abformen des zahnlosen Oberkiefers und der sich daraus ergebenden günstigsten Belastungsverteilung und Paßgenauigkeit der Prothese bei verschiedenen Funktionsabdruckmethoden (Gipsabdruck, Stentsabdruck mit Handdruck, Kauabdruck).

R. VOSS (50) untersuchte ebenfalls die Möglichkeit, anstelle von oberflächengetreuen Reliefabdrücken durch Abdruckverfahren, welche die Resilienz berücksichtigen (Kompressionsabdruck mit Guttapercha oder Paraffin), die Auflagefläche der Prothese zu vergrößern und damit bei gleichem Druck auf das Prothesenlager eine Verbesserung der Kaukraft zu erzielen.

Das Verhalten elastischer Festkörper beim Abformen mittels elastomerer Abformwerkstoffe auf Silikonbasis sowie die Möglichkeit ihrer maßgerechten Wiedergabe prüfte K. ANDRYSEK (2). Als Prüfmodelle dienten zwei unterschiedlich elastische Gummisorten in Prismaform. Die Abformung wurde unter Druck (unperforierte Löffel) und "drucklos" (perforierte Löffel) durchgeführt.

R. FISCHER (8) untersuchte speziell die Abhängigkeit des Funktionsrandes vom Abdruckwerkstoff und der Abdruckmethode bei der Abformung des zahnlosen Oberkiefers. Die Unter-

suchungen wurden am Patienten sowie an einem unterschiedlich spannbarem Umschlagfalten-Phantom durchgeführt. Die Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen wurden anhand von Modellschnitten verglichen und Faktoren für die Funktionsrandgestaltung ermittelt.

H. GÖTTE (11) prüfte die Abdruckschärfe von verschiedenen Abdruckmassen (Gips, Pasten, Silikonmassen, Alginate) hinsichtlich der Wiedergabe des Schleimhautreliefs sowie die Möglichkeit seiner naturgetreuen Reproduktion in der Prothesenbasis. Als Prüfobjekt diente die Gummisauger- Impression eines Leichenkiefers. Die Ergebnisse werden mit den klinischen Anforderungen an die detailgetreue Oberflächenwiedergabe der Kieferschleimhaut in Beziehung gesetzt.

Ebenfalls mit der Zweckmäßigkeit von Abdruckpasten für die Abformung des unbezahnten Oberkiefers beschäftigte sich R. MARXKORS (27), wobei besonders auch zur Oberflächenwiedergabe Stellung genommen wird.

## III. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Die eigenen Untersuchungen befassen sich mit den Dimensionsänderungen gummielastischer Abformwerkstoffe bei sofort nach Abdrucknahme ausgegossenen sowie bei 48 Stunden alten Funktionsabdrücken.

### A) Die Materialien und ihre Verarbeitung

#### 1) Übersicht

Es wurden folgende Abformmaterialien und Materialkombinationen geprüft:

Silikone

| | |
|---|---|
| 1. STA-SEAL / SILASOFT | Fa. Detax-Dental<br>Karl Huber KG<br>75 Karlsruhe |
| 2. SILAPLAST / STA-SEAL / SILASOFT | Fa. Detax-Dental |
| 3. STENTS (XANTYGEN braun)<br>STA-SEAL / SILASOFT | Fa. Bayer Leverkusen<br>Fa. Detax-Dental |
| 4. XANTOPREN "FUNCTION" / XANTOPREN BLAU | Fa. Bayer Leverkusen |
| 5. CLAN-PASTE<br>(nach SCHREINEMAKERS) | Fa. Kettenbach<br>6345 Eschenburg-<br>Wissenbach/Dillkreis |

Polyäther-Gummi

| | |
|---|---|
| 6. IMPREGUM | Fa. Espe GmbH<br>Seefeld |

Polisulfid (Thiokol)

| | |
|---|---|
| 7. KERR-PERMLASTIK REGULAR | Fa. KERR Manufacturing<br>Comp. Detroit-Michi-<br>gan-USA |

Kunststoff

| | |
|---|---|
| 8. SR IVOSEAL | Fa. Ivoclar AG<br>Schaan<br>Liechtenstein |

Alginat

| | |
|---|---|
| 9. PALGAT | Fa. Espe GmbH<br>Seefeld |

Außerdem wurden verarbeitet:

Als Modellwerkstoff:

| | |
|---|---|
| DUROC (Hartgips) | Fa. Ransom & Randolph<br>Comp., Toledo, Ohio<br>USA |

Als Material für die individuellen Löffel:

| | |
|---|---|
| PALAVIT M | Fa. Kulzer & Co. GmbH<br>Bad Homburg |

2) Verarbeitung

Die Verarbeitung und Dosierung der Materialien erfolgte nach den Angaben der Herstellerfirma. Lagen besondere Empfehlungen in Bezug auf die Anmischung bei Funktionsabdrücken vor, so wurden diese befolgt. Für die Versuche wurden nur frische, unangebrochene und vollständige Packungen verwendet.

| | |
|---|---|
| STA-SEAL: | Mischungsverhältnis: auf 1 cm Stranglänge STA-SEAL je 1 Tropfen Reactol. Anmischen auf Anrührblock mit Spatel.<br>Durchschnittliche Anrührzeit:ca. 30 Sek.<br>Durchschnittliche Abbindezeit:ca. 3 Min. |

SILAPLAST: Mischungsverhältnis von SILAPLAST und Härter ist durch Meßbesteck vorgegeben. Masse auf einer Glasplatte zum Fladen ausdrücken, mit Spatelkante kreuz und quer einritzen (garantiert vollständige Härteraufnahme), Härter darauf verteilen, kräftig durchkneten bis Masse weich und geschmeidig ist.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 30 Sek.
Durchschnittl. Abbindezeit: ca. 3-4 Min.

SILASOFT: Mischungsverhältnis: auf 1 cm Stranglänge SILASOFT je 1 Tropfen Härter. Anmischen auf Anrührblock mit Spatel.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 30 Sek.
Durchschnittl. Abbindezeit: ca. 3-4 Min.

XANTYGEN: Erweichen einer Platte XANTYGEN braun im Wasserbad bei 50-60° C, gut durchkneten, zum Fladen ausgeformt auf Löffel bringen und vor der Abdrucknahme kurz an der Oberfläche durch die offene Flamme erhitzen.

XANTOPREN "FUNCTION": Mischungsverhältnis: auf 1 Meßlöffel XANTOPREN "FUNCTION" jeweils 8 Tropfen der Härterkomponenten 1 und 2. Masse auf Glasplatte flach ausdrücken, mit Spatel einritzen und beide Härterkomponenten darauf verteilen und kräftig einarbeiten bis Masse geschmeidig ist.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 30 Sek.
Durchschnittl. Abbindezeit: ca. 10 Min.
(Kann durch Verringerung der Härtertropfenzahl bis auf 15 Min. verlängert werden.)

XANTOPREN BLAU: Mischungsverhältnis : auf 1 Teilstrich (=1 1/2 cm) Paste je 1 Tropfen Softhärter. Anmischen auf XANTOPREN Dosierblock mit Spatel.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 30 Sek.
Durchschnittl. Abbindezeit: ca. 3-4 Min.

CLAN-PASTE: Mischungsverhältnis: auf 1 Teilstrich Paste je 1 Tropfen Katalysator blau und gelb, sowie 1 Tropfen Verdünner. Durchspateln auf beigegebener Mischplatte.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 40 Sek.
Durchschnittl. Abbindezeit: ca. 3 Min.

IMPREGUM: Mischverhältnis: jeweils gleiche Stranglängen IMPREGUM-Paste und Katalysator, plus 1/4 Stranglänge Verdünner. Auf Anrührblock durchspateln.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 40 Sek.
Durchschnittl. Abbindezeit: ca. 4 Min.

KERR PERMLASTIC REGULAR: Mischungsverhältnis: jeweils gleiche Stranglängen PERMLASTIC-Paste und Katalysator. Auf Mischblock durchspateln.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 1 Min.
Durchschnittl. Abbindezeit: Ca. 5 Min.

SR IVOSEAL: Mischungsverhältnis von Pulver und Flüssigkeit durch Meßbecher vorgegeben. Pulver: großer Meßbecher, linke obere Marke, Flüssigkeit: kleiner Meßbecher, obere Marke. Anmischen in Glas- oder Porzellanschälchen.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 20 Sek.
Durchschnittl. Abbindezeit: ca. 3-5 Min.

PALGAT: Mischungsverhältnis: auf 4 Löffel Pulver kommen 1 3/4 Becher kaltes Leitungswasser.
Anmischen: a) manuell im Gummibecher mit Spatel.
b) maschinell unter Vakuum mit dem "Multivac 2" der Firma DEGUSSA.
Durchschnittl. Anmischzeit: ca. 30 Sek.
Durchschnittl. Abbindezeit: ca. 2 Min.

DUROC: Mischungsverhältnis: auf 100 g Pulver kommen 20 $cm^3$ kaltes Leitungswasser.
Ergibt nach ausgiebigem Durchspateln Gipsmasse von kittähnlicher Konsistenz.
In kleinen Portionen in den Abdruck einrütteln.
Abbindezeit: ca. 15 Min.
Abbindeexpansion: ca. 0,05 % (Herstellerangabe)

PALAVIT M: Siehe unter Kapitel B 3, Seite 18, "Die individuellen Löffel".

Außer der vom Hersteller gegebenen Möglichkeit, bei einigen Materialien durch Härtermenge oder Verdünnerzusatz die Fließfähigkeit, die Verarbeitungsbreite, sowie die Abbindezeit bewußt zu beeinflussen, ist die Verarbeitungsbreite und die Abbindezeit temperaturabhängig. Die oben angegebenen Werte gelten für Raumtemperaturen von 20° C ± 2° C. Mit zunehmender Temperatur wird die Abbindereaktion beschleunigt, womit sich auch die Verarbeitungsbreite verkürzt. Liegen die Temperaturen niedriger, verlangsamt sich der Abbindevorgang und die Verarbeitungsbreite ist größer. Bei PERMLASTIC weist der Hersteller zusätzlich auf eine Verkürzung der Abbindezeit durch erhöhte Luftfeuchtigkeit hin.

B) Versuchsanordnung

1) Der Prüfkörper

Als Prüfkörper für die Herstellung der Funktionsabdrücke diente uns das Metallmodell eines wohlausgeformten, zahnlosen Oberkiefers (siehe Abb. 1).
Dieses Urmodell besitzt einen sehr gleichmäßig und gut ausgeformten, symmetrischen Alveolarfortsatz mit deutlich sichtbaren und vollständig erfaßten Tubera maxillae.

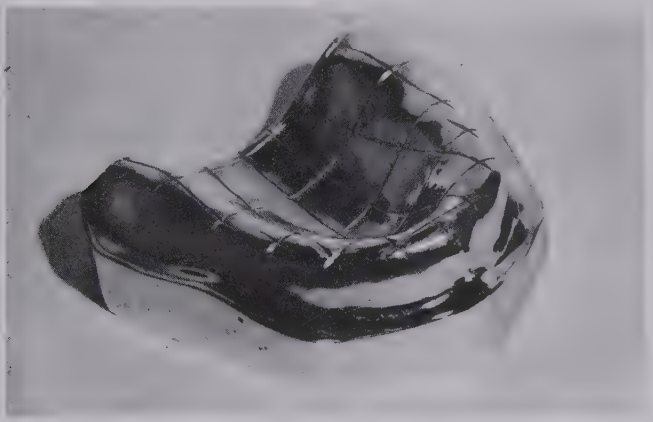

Abb. 1: Zahnloses Oberkiefermodell einer Cr-Co-Mb-Legierung mit eingravierten Meßpunkten.

Der Kiefer weist keine unter-sich-gehende Stellen auf, die Oberfläche ist glatt und detailarm.
Das Oberkiefermodell wurde aus einer Chrom-Kobalt-Legierung, wie sie für prothetische Zwecke Verwendung findet, als ca. 3 mm starke Platte gegossen. Es erhielt einen ebenso dicken ca. 1cm hohen Sockel aus dem gleichen Material, der an die Oberkieferplatte angelötet wurde. Der Boden wurde durch eine ebenfalls angelötete plane Platte verschlossen, so daß ein standfester, kippfreier, hochglanzpolierter Metallkörper entstand.

Zu Meßzwecken wurde in den Prüfkörper ein Liniennetz eingraviert. Die Schnittpunkte der Linien direkt auf dem Kamm sowie im Bereich der AH-Linie ergaben dabei die Meßpunkte. Und zwar wurde als Meßpunkt jeweils eine der am Schnittpunkt zweier Linien sich ergebenden 4 Ecken gewählt, weil diese sich auch bei 10-facher Vergrößerung noch als genügend scharfkantig erwiesen, um das Fadenkreuz des Meßmikroskops genau anzulegen (siehe Abb. 2).

Abb. 2: Meßpunkt auf dem Prüfkörper bei 10-facher Vergrößerung.

Auf dem Kieferkamm erhielten wir so 14 Meßpunkte, im Bereich AH-Linie weitere 5. Mit ihrer Hilfe wurden folgende Meßstrecken bestimmt (siehe Abb. 3):

1) 12 fortlaufend auf dem Alveolarkamm angeordnete Kammstrecken, als K 1 bis K 12 bezeichnet.
2) 6 Transversalstrecken, entstanden durch Verbindung der sich jeweils gegenüberliegenden Kamm-Meßpunkte, als T 1 bis T 6 bezeichnet.
3) 5 Sagittalstrecken, entstanden durch Verbindung der Kammpunkte mit entsprechenden Meßpunkten auf der AH-Linie, als S 1 bis S 5 bezeichnet.

Insgesamt ergaben sich also 23 Meßstrecken, die später erlauben würden, Angaben über die Veränderung der Kammstrecken, über Verschmälerung bzw. Verbreiterung sowie über Verlängerung und Verkürzung der Funktionsabdrücke im Vergleich zum Original zu machen.

Maßplan des Prüfkörpers (Urmodell)

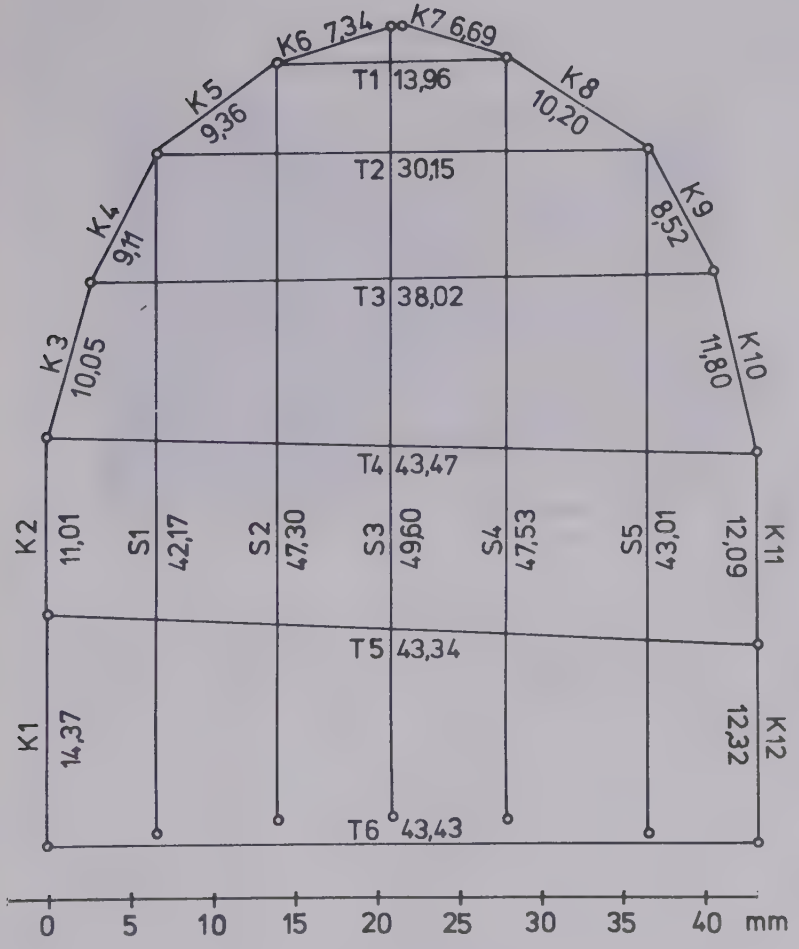


Abb. 3: 3-fach vergrößerte, originalgetreue Wiedergabe der Meßstrecken des Urmodells. Längenangaben im Originalmaß (mm).

Die im Maßplan des Urmodells angegebenen Strecken-Meßwerte wurden mit Hilfe des ZEISS-Universalmeßmikroskops ermittelt. Jede einzelne Strecke des Urmodells wurde 10 mal vermessen und dann der Mittelwert bestimmt. (Meßfehler ± 0,01 mm). Aus Gründen der Übersicht brachten wir den Maßplan nachträglich auf eine gleichmäßige geometrische Form (siehe Abb. 4), die wir im Folgenden allen Darstellungen zu Grunde legen.

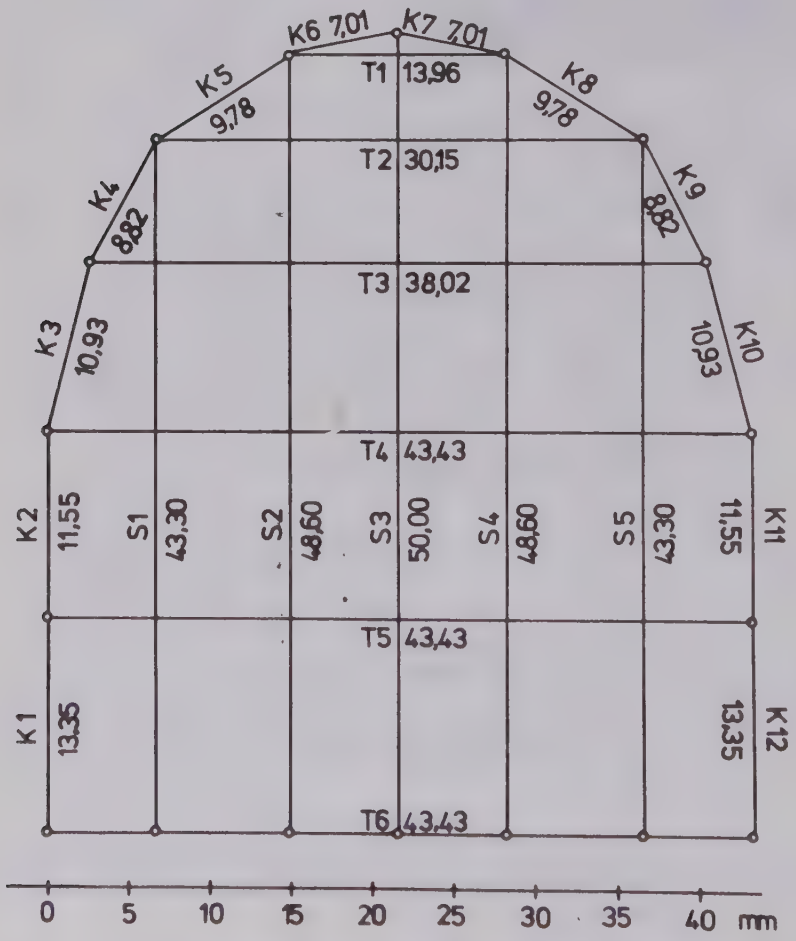


Abb. 4: 3-fach vergrößerter, geometrischer Maßplan des Urmodells. Sollwerte der Meßstrecken in Millimetern.

## 2) Das Meßverfahren

### a) Das Meßgerät

Die Messungen wurden im Institut für Angewandte Physik der Universität Tübingen mit dem ZEISS-Universalmeßmikroskop vorgenommen (siehe Abb. 5).

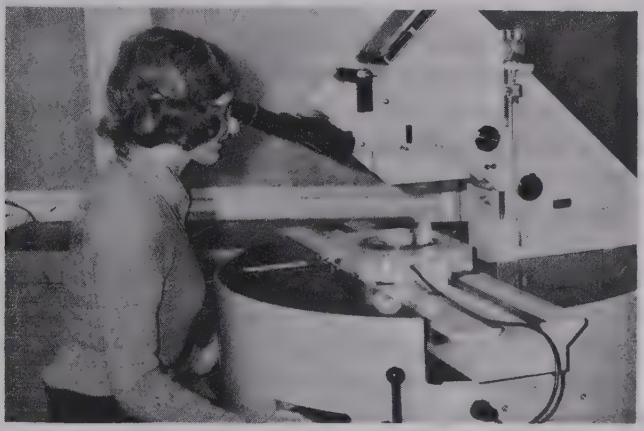

Abb. 5: ZEISS-Universalmeßmikroskop (UMM)

Das Meßgerät steht auf einem tischhohen, schweren gußeisernen Körper, der mit drei verstellbaren Füßen versehen ist und die elektrischen Aggregate enthält. Längs- und Querschlitten, auf Präzisionskugellagern laufend, sind ebenfalls in ihm gelagert und durch leicht zugängliche Bewegungselemente für die Grob- und Feineinstellung leicht und ruckfrei zu bewegen. Der Meßtisch des Längsschlittens nimmt die Meßobjekte auf, der Querschlitten trägt den schwenkbaren und in der Höhe verstellbaren Mikroskopständer, in dem neben der Hauptbeleuchtung die Objektteile für Projektion, Photographie, Doppelbildeinstellung und Zeichnungsvergleich, sowie Meßskala und Betrachter eingebaut sind. Die verschiedenen Meßskalen können durch entsprechende Druckknöpfe in den binokularen Einblick eingeblendet werden. Die Vergrößerung läßt sich durch auswechselbare Objektive von 10 bis 80 variieren, die Meßgenauigkeit be-

trägt 0,001 mm. Das Mikroskop liefert ein höhen- und seitenrichtiges Bild des Prüfkörpers.

b) Der Meßvorgang
Sämtliche Messungen wurden bei 10-facher Vergrößerung und 0,01 mm Meßgenauigkeit durchgeführt:
Mit parallelem Licht wird im Mikroskop ein vergrößertes, scharfes Bild des Prüfkörpers entworfen. Seine Meßpunkte werden mit einem Koordinatensystem angefahren und die entsprechenden Meßskalenwerte eingeblendet. Die Länge der vermessenen Strecke errechnet sich aus der Differenz der Meßpunktwerte.

Auf diese Weise wurden die Meßstrecken sämtlicher Modelle vermessen. Auf die Einjustierung der Modelle wurde verzichtet, stattdessen wurde die geradlinige Verbindung zweier Meßpunkte, also die zu bestimmende Meßstrecke, bei jedem Meßvorgang neu in die Abszisse des Koordinatensystems gelegt.
Die Messungen fanden in den unklimatisierten Laborräumen des Instituts für Angewandte Physik statt.

## 3) Die individuellen Löffel

Für die Versuche wurden auf dem Urmodell individuelle Löffel aus PALAVIT M hergestellt. Der kaltpolymerisierende Kunststoff wurde in knetbarer Konsistenz angemischt, zum zwei Millimeter dicken Fladen ausgeformt und auf dem Prüfkörper gut adaptiert. Zur besseren Handhabung des Löffels wurde wie üblich ein nach vestibulär gebogener Griff auf dem anterioren Alveolarkamm angebracht. Nach Aushärtung des Kunststoffes wurde die endgültige Randgestaltung vorgenommen. Die Löffel endeten ca. 1-2 mm oberhalb der Umschlagfalte des Oberkiefermodells und bedeckten auch die posterioren Meßpunkte im Bereich der AH-Linie.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die aus PALAVIT M angefertigten Löffel auch bei mechanischer und thermischer Beanspruchung starr und verwindungsfrei sind und somit einen sicheren, unverformbaren Träger für jedes Abformmaterial darstellen. Für fast alle verarbeiteten Materialien wurden die Löffel ohne Abstand zum Originalmodell hergestellt und zur besseren Retention der Abdruckmassen perforiert. Eine Ausnahme machten die vollständig mit XANTYGEN braun unterfütterten Abdrücke. Für sie wurden unperforierte Löffel mit einem Abstand von zwei Millimetern zum Original hergestellt; als Platzhalter bei der Löffelherstellung diente rosa Modellierwachs. Für die PALGAT-Abdrücke wurden auf dem Modellsockel aufsitzende perforierte Löffel hergestellt, die während der Abdrucknahme einen Abstand von 5 Millimetern zum Original gewährleisteten. Nach R. SCHWINDLING (37) ist eine gewisse Alginatschichtdicke zur Erreichung ausreichender Elastizitätswerte und damit zur Vermeidung von Einrissen, erforderlich.
Für die nach der rationalisierten Funktionsabdruckmethode (M.HOFMANN und K. LEHMANN (14), hergestellten SILAPLAST / STA-SEAL /SILASOFT - Abdrücke wurden die für diese Methode entwickelten "SI-PLAST" - Träger mittlerer Größe verwendet. Es handelt sich um perforierte Konfektionslöffel aus hartem weißen Kunststoff ohne ausgeprägte Seitenwände, mit muldenförmigem Querschnitt und nach vestibulär zeigendem Griff. Bis auf eine Fingerstütze im Zentrum sind sie gaumenfrei gestaltet. Die in drei Größen lieferbaren "SI-PLAST" - Träger dienen als Stütze für das zähplastische SILAPLAST, aus dem der eigentliche individuelle Löffel hergestellt wird. Der Erstabdruck wird im Bereich des harten Gaumens sowie vestibulär bis zur Grenzzone beschnitten, der Träger kann, falls er über die Umschlagfalte hinnausreicht, mit der Fräse korrigiert werden. Der Träger soll mit dem Abstand der Tubera maxillae übereinstimmen, liegt dem Kiefer gemäß seiner Funktion jedoch nicht an, was eine stärkere und nicht so gleichmäßigdicke Abdruckmassenschicht wie bei üblichen individuellen Löffeln zur Folge hat.

4) Das Abformverfahren und die Modellherstellung

Zur Herstellung der Abdrücke wurden die oben angeführten Abformwerkstoffe in der beschriebenen Weise angemischt, zügig auf den Funktionslöffel gebracht und der vollständig und gleichmäßig beschickte Löffel zunächst mit wiegenden Bewegungen, dann mit kräftigem Handdruck auf das Urmodell gebracht. Hier wurde der Löffel lediglich am Platz gehalten, sodaß das Material drucklos aushärten konnte. Über die Löffelperforation und im Bereich der Umschlagfalte konnte überschüssiges Material abfließen.
War die Abformmasse vollständig abgebunden, wurde das Urmodell unter dosiertem, gleichmäßigen Zug aus dem Abdruck entfernt; das Material durfte sich dabei an keiner Stelle vom Löffel lösen. Außerdem wurde darauf geachtet, daß die Abdruckschicht nirgends unterbrochen war.
Waren alle Meßpunkte einwandfrei vorhanden und der Abdruck somit brauchbar, so war damit der Abformvorgang für die Untersuchungsreihen Nr. 5 (CLAN-PASTE nach J. SCHREINEMAKERS), Nr. 6 (IMPREGUM), Nr. 7 (KERR-PERMLASTIK), Nr. 8 (SR-IVOSEAL), Nr. 9 (PALGAT-handgemischt) und Nr. 10 (PALGAT-vakuumgemischt) beendet. Bei den Abformarten Nr. 1 (STA-SEAL / SILASOFT) und Nr. 4 (XANTOPREN "FUNCTION" / XANTOPREN BLAU) wurde der Erstabdruck durch eine weitere Masse korrigiert, indem der Erstabdruck vollständig und möglichst gleichmäßig mit einer Schicht Korrekturmaterial überzogen und der Abformvorgang in der oben beschriebenen Weise wiederholt wurde. ( Das Original wurde nach jeder Abdrucknahme von Material- und Härterrückständen gereinigt).
In der gleichen Weise wurde bei Versuchsreihe 2 (SILAPLAST / STA-SEAL / SILASOFT) nach Zurichtung des SILAPLAST-Löffels mit dem Auftragen der STA-SEAL wowie der SILASOFT-Schicht verfahren.
Bei Versuchsreihe 3 (STENTS /STA-SEAL / SILASOFT) wurde

zunächst mit Hilfe des unperforierten, mit Platzhalter hergestellten Löffels das Futter mit der thermoplastischen Kompositionsmasse XANTYGEN hergestellt. Dabei erwieß es sich als notwendig, das Futter während der Erkaltung der Masse zu weiten, da sonst die erstarrte und recht spröde XANTYGEN-Masse nicht unverletzt vom Modell entfernt werden konnte. Außerdem wurden mit Hilfe eines heißen Wachsmessers Retentionen für die Silikonschichten angebracht. Aber trotz dieser Hilfe war es nahezu unmöglich, Abdrücke zu gewinnen, bei denen die Silikonschicht einwandfrei an der thermoplastischen Masse haftete.
Die Schichtdicke der elastomeren Abformmittel betrug ca. 1 mm, wobei die Wandstärke je nach Viskosität des Materials, Zahl der aufgetragenen Schichten und dem aufgewandten Druck sowohl innerhalb eines Abdrucks als auch zwischen den einzelnen Abdrücken etwas variierte, wie es ja auch in der Praxis der Fall ist. Beim SILAPLAST-ABDRUCK liegt die Schichtdicke naturgemäß im Bereich von mehreren Millimetern und auch beim STENTS-ABDRUCK sind die Silikonschichten etwas dicker und durch die Retentionen ungleichmäßig stark.

Sofort nach Entfernung des Urmodells aus den fertigen Abdrücken wurden diese mit DUROC unter strenger Einhaltung des Wasser / Pulververhältnisses mit Hilfe des Rüttlers ausgegossen. Die so gewonnenen Hartgipsmodelle wurden nach Erhärtung (ca. 15 Min.) vorsichtig aus den Abdrücken entnommen und ausgemessen. Die Abdrücke, die durch das Ausgießen keinerlei Veränderung erfahren, wurden anschließend 48 Stunden gelagert und dann erneut ausgegossen.

Die Durchführung der Versuche sowie die Lagerung der Modelle fand in unklimatisierten Laborräumen bei Zimmertemperaturen von $20^{\circ}$ C $\pm$ $2^{\circ}$ C statt.
Für jede Untersuchungsreihe wurden 5 Abdrücke hergestellt, die einmal unverzüglich nach Abdrucknahme (Lagerzeit also 0 Stunden) zum anderen nach einer Lagerzeit von 48 Stunden

ausgegossen wurden, sodaß pro Untersuchungsreihe insgesamt 10 DUROC-Modelle zur Verfügung standen. Die PALGAT-Abdrücke wurden nicht gelagert, sodaß die Untersuchungsreihen 9 und 10 nur je 5 DUROC-Modelle enthalten.

## 5) Das Ausmessen der Modelle

Mit Hilfe der aus den Abdrucknegativen gewonnenen DUROC-Modelle ist es möglich, durch Vergleich der Meßstrecken mit den Sollwerten des Originals die formgetreue Wiedergabe des Urmodells durch den Abformwerkstoff des Funktionsabdrucks zu überprüfen. Die Abbindeexpansion des Gipses von 0,05 % (Angabe des Herstellers) wird bei diesem Verfahren vernachlässigt.
Die DUROC-Modelle wurden nach den Meßstrecken des Urmodells mit dem beschriebenen ZEISS-Universal-Meßmikroskop sowie dem geschilderten Meßvorgang vermessen.

Gemessen wurden bei jedem Modell wie beim Urmodell
12 Kammstrecken (K 1 bis K 12)
6 Transversalstrecken (T 1 bis T 6)
5 Sagittalstrecken (S 1 bis S 5)

Zur größeren Meßgenauigkeit wurde jede der 23 pro Modell vorhandenen Meßstrecken 2mal vermessen. Bei insgesamt 90 Modellen, die aus den 10 Untersuchungsreihen hervorgegangen sind, stützen sich die Ergebnisse auf 4140 Meßwerte. Zur Ermittlung dieser Meßstrecken wurden insgesamt 8280 Meßpunkte angefahren.

## 6) Das Auswertungsverfahren

Pro Material und Lagerzeit wurde von den insgesamt 10 Einzelmeßwerten einer jeden Modellmeßstrecke das arithmetische Mittel $\bar{x}$ errechnet und der 95 % Bereich (Vertrauensbereich) nach folgender Formel bestimmt:

$$95\ \%\ \text{Bereich} = \bar{x} \pm t \cdot \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$x_i$ = Summe der Einzelwerte
$\bar{x}$ = arithmetisches Mittel der Einzelwerte
$n$ = Anzahl der Einzelwerte
$t$ = STUDENT-Faktor

t wurde einer Tabelle der t-Verteilung nach STUDENT entnommen. Bei 10 Einzelmeßwerten beträgt der Faktor nach CAVALLI-SFORZA (6) 2,26 bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit des Vertrauensbereiches von 5 %.

## IV. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse sind für jedes Material nach Lagerzeiten von 0 und 48 Stunden in einer Zeichnung veranschaulicht, die auf dem gestrichelten, 3-fach vergrößerten Originalmaßplan die Längenänderung einer jeden Meßstrecke in Bezug auf den Sollwert durch einen Pfeil angibt. Die Pfeillänge entspricht der 300-fach vergrößerten Differenz zwischen gemitteltem Ist- und Sollwert. Ein nach innen gerichteter Pfeil →——← deutet eine Streckenverkürzung an, ein nach außen gerichteter ←——→ bedeutet eine Streckenverlängerung. Außer dem Kennbuchstaben der Strecke ist unter jedem Pfeil die tatsächliche Streckenänderung in Millimetern angegeben.
Neben jeder Zeichnung befindet sich eine Zahlentabelle, aus der für jede Meßstrecke der Sollwert (SW), der arithmetische Mittelwert der Istwerte ($\bar{x}$), die Differenz des Durchschnitts aller Istwerte vom Sollwert ($\bar{x}$-SW), die prozentuale Abweichung (%) und der 95 % Bereich (Vertrauensbereich) entnommen werden kann.
Am Schluß der Arbeit sind die Meßprotokolle aller Materialien und der zugehörigen Lagerzeiten mit sämtlichen Meßwerten zusammengestellt.

1a) STA-SEAL / SILASOFT, 0 Stunden Lagerzeit

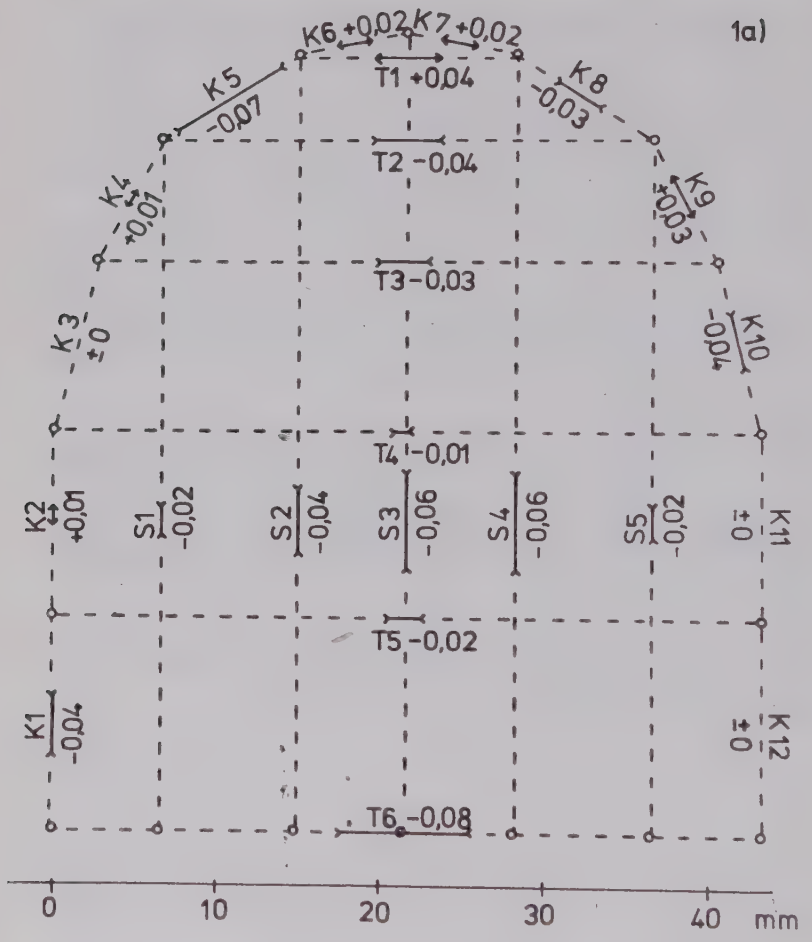


Abb. 6: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck mit perforiertem Löffel; 0 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Soll-Wert 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die Kammstrecken zeigen sowohl Verlängerung als auch Verkürzung. Die stärksten Veränderungen fallen im anterioren Teil des Alveolarbogens auf, der übrige Kieferfortsatz wird

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ ( in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,31 | - 0,04 | - 0,30 | ± 0,02 |
| K 2 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,93 | 0,00 | 0,00 | ± 0,02 |
| K 4 | 8,82 | 8,83 | + 0,01 | + 0,11 | ± 0,00 |
| K 5 | 9,78 | 9,71 | - 0,07 | - 0,72 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,01 |
| K 8 | 9,78 | 9,75 | - 0,03 | - 0,30 | ± 0,01 |
| K 9 | 8,82 | 8,85 | + 0,03 | + 0,34 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,89 | - 0,04 | - 0,37 | ± 0,02 |
| K11 | 11,55 | 11,55 | 0,00 | 0,00 | ± 0,02 |
| K12 | 13,35 | 13,35 | 0,00 | 0,00 | ± 0,02 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | + 0,04 | + 0,29 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,01 |
| T 3 | 38,02 | 37,99 | - 0,03 | - 0,08 | ± 0,01 |
| T 4 | 43,43 | 43,42 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,03 |
| T 5 | 43,43 | 43,41 | - 0,02 | - 0,05 | ± 0,02 |
| T 6 | 43,43 | 43,35 | - 0,08 | - 0,18 | ± 0,01 |
| S 1 | 43,30 | 43,28 | - 0,02 | - 0,04 | ± 0,04 |
| S 2 | 48,60 | 48,56 | - 0,04 | - 0,08 | ± 0,10 |
| S 3 | 50,00 | 49,94 | - 0,06 | - 0,12 | ± 0,17 |
| S 4 | 48,60 | 48,54 | - 0,06 | - 0,12 | ± 0,05 |
| S 5 | 43,30 | 43,28 | - 0,02 | - 0,04 | ± 0,01 |

Tab. 1: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach STA-SEAL/SILA-SOFT-Abdruck; 0 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

nahezu formgetreu wiedergegeben. - Bis auf die verlängerte Strecke T 1 sind alle T-Strecken verkürzt; T 6 im Bereich der Tuberebene weist die größte Kontraktion von 0,08 mm auf, der mittlere Kieferabschnitt ist am geringsten verengt. - Die S-Strecken sind alle verkürzt, die größte Schrumpfung weisen die drei mittleren S-Strecken auf. - Das Original wird also im Ganzen etwas verkleinert aber recht formgetreu wiedergegeben.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,17 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,72 % und + 0,34 %, der Mittelwert beträgt 0,17 %.

1b) STA-SEAL / SILASOFT, 48 Stunden Lagerzeit

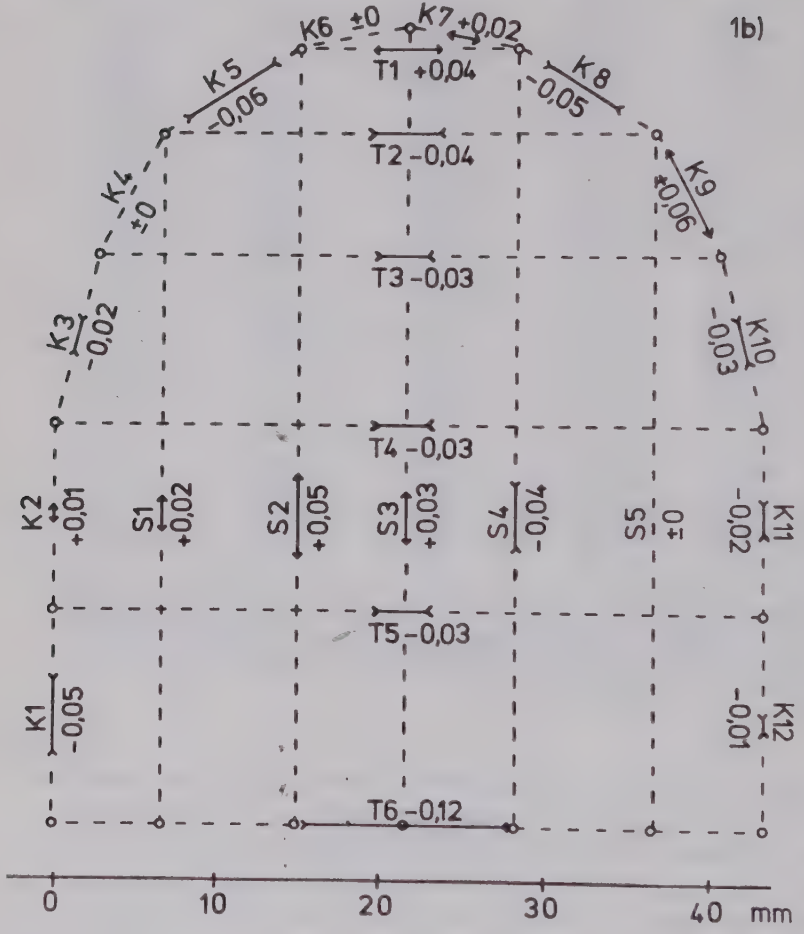


Abb. 7: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck mit perforiertem Löffel; 48 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert (x-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die Kammstrecken sind sowohl verkürzt wie auch verlängert, die Veränderungen sind größer als nach 0 Stunden Lagerung. -Die T-Strecken sind bis auf die zu lange Strecke T 1 durch-

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,30 | - 0,05 | - 0,35 | ± 0,02 |
| K 2 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,01 |
| K 3 | 10,93 | 10,91 | - 0,02 | - 0,20 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,82 | 0,00 | 0,00 | ± 0,02 |
| K 5 | 9,78 | 9,72 | - 0,06 | - 0,61 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,01 | 0,00 | 0,00 | ± 0,00 |
| K 7 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,00 |
| K 8 | 9,78 | 9,73 | - 0,05 | - 0,50 | ± 0,01 |
| K 9 | 8,82 | 8,88 | + 0,06 | + 0,70 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,90 | - 0,03 | - 0,27 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,53 | - 0,02 | - 0,17 | ± 0,02 |
| K12 | 13,35 | 13,34 | - 0,01 | - 0,08 | ± 0,02 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | + 0,04 | + 0,29 | ± 0,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,00 |
| T 3 | 38,02 | 37,99 | - 0,03 | - 0,08 | ± 0,01 |
| T 4 | 43,43 | 43,40 | - 0,03 | - 0,07 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,40 | - 0,03 | - 0,07 | ± 0,01 |
| T 6 | 43,43 | 43,31 | - 0,12 | - 0,28 | ± 0,01 |
| S 1 | 43,30 | 43,32 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,06 |
| S 2 | 48,60 | 48,65 | + 0,05 | + 0,11 | ± 0,11 |
| S 3 | 50,00 | 50,03 | + 0,03 | + 0,06 | ± 0,17 |
| S 4 | 48,60 | 48,56 | - 0,04 | - 0,08 | ± 0,23 |
| S 5 | 43,30 | 43,30 | 0,00 | 0,00 | ± 0,04 |

Tab.2: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach STA-SEAL/SILA-SOFT-Abdruck; 48 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

weg zu kurz, wobei T 6 die größte Kontraktion von 0,12 mm aufweist. - Die S-Strecken sind bis auf S 4 verlängert. - Nach 48 Stunden Lagerzeit wird der Kiefer also zu schmal und zu lang wiedergegeben, im Vergleich zu 0-Stunden-Modellen ist eine stärkere Verkürzung der drei posterioren T-Strecken sowie Verlängerung aller S-Strecken eingetreten.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0.23 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0.61 % und + 0,70 %. Die mittlere Abweichung liegt bei 0,19 %.

2a) SILAPLAST / STA-SEAL / SILASOFT, 0 Stunden Lagerzeit

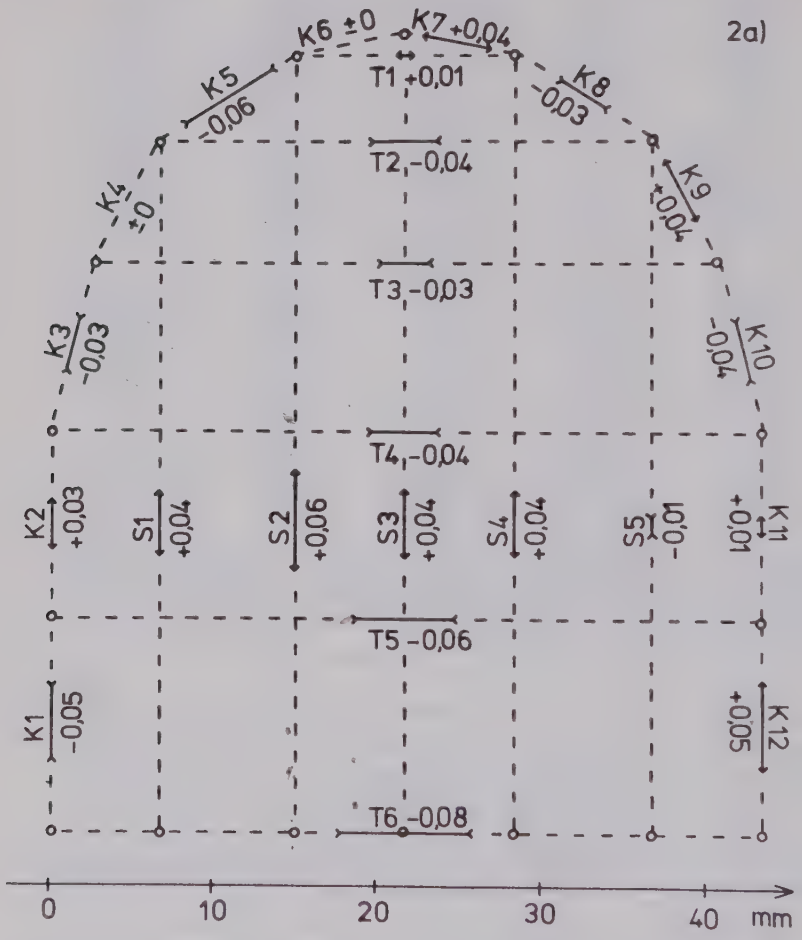


Abb. 8: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach SILAPLAST/STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck mit "SI-PLAST"-Träger; 0 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert (x-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken zeigen sowohl Verlängerung als auch Verkürzung. - Die T-Strecken sind bis auf die um 0,01 mm

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,30 | - 0,05 | - 0,37 | ± 0,03 |
| K 2 | 11,55 | 11,58 | + 0,03 | + 0,26 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,90 | - 0,03 | - 0,30 | ± 0,02 |
| K 4 | 8,82 | 8,82 | 0,00 | 0,00 | ± 0,02 |
| K 5 | 9,78 | 9,72 | - 0,06 | - 0,61 | ± 0,00 |
| K 6 | 7,01 | 7,01 | 0,00 | 0,00 | ± 0,00 |
| K 7 | 7,01 | 7,05 | + 0,04 | + 0,60 | ± 0,00 |
| K 8 | 9,78 | 9,75 | - 0,03 | - 0,30 | ± 0,02 |
| K 9 | 8,82 | 8,86 | + 0,04 | + 0,46 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,89 | - 0,04 | - 0,37 | ± 0,03 |
| K11 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,02 |
| K12 | 13,35 | 13,40 | + 0,05 | + 0,37 | ± 0,02 |
| T 1 | 13,96 | 13,97 | + 0,01 | + 0,07 | ± 0,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,00 |
| T 3 | 38,02 | 37,99 | - 0,03 | - 0,08 | ± 0,01 |
| T 4 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,37 | - 0,06 | - 0,14 | ± 0,02 |
| T 6 | 43,43 | 43,35 | - 0,08 | - 0,18 | ± 0,09 |
| S 1 | 43,30 | 43,34 | + 0,04 | + 0,09 | ± 0,08 |
| S 2 | 48,60 | 48,66 | + 0,06 | + 0,13 | ± 0,16 |
| S 3 | 50,00 | 50,04 | + 0,04 | + 0,08 | ± 0,18 |
| S 4 | 48,60 | 48,64 | + 0,04 | + 0,08 | ± 0,10 |
| S 5 | 43,30 | 43,29 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,05 |

Tab. 3: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach SILAPLAST/STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck; 0 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich= Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

verlängerte Strecke T 1 verkürzt, T 6 weist die größte Kontraktion auf, die mittleren T-Strecken sind am wenigsten geschrumpft. - Verlängert dagegen sind bis auf S 5 alle S-Strecken.

Funktionsabdrücke nach der Methode von M.HOFMANN und K. LEHMANN geben den Kiefer also nach unverzüglichem Ausguß des Abdrucks zu lang und zu schmal wieder.-

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,18 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,61 % und + 0,60 %; die mittlere Abweichung beträgt 0,21 %.

2b)SILAPLAST / STA-SEAL / SILASOFT, 48 Stunden Lagerzeit

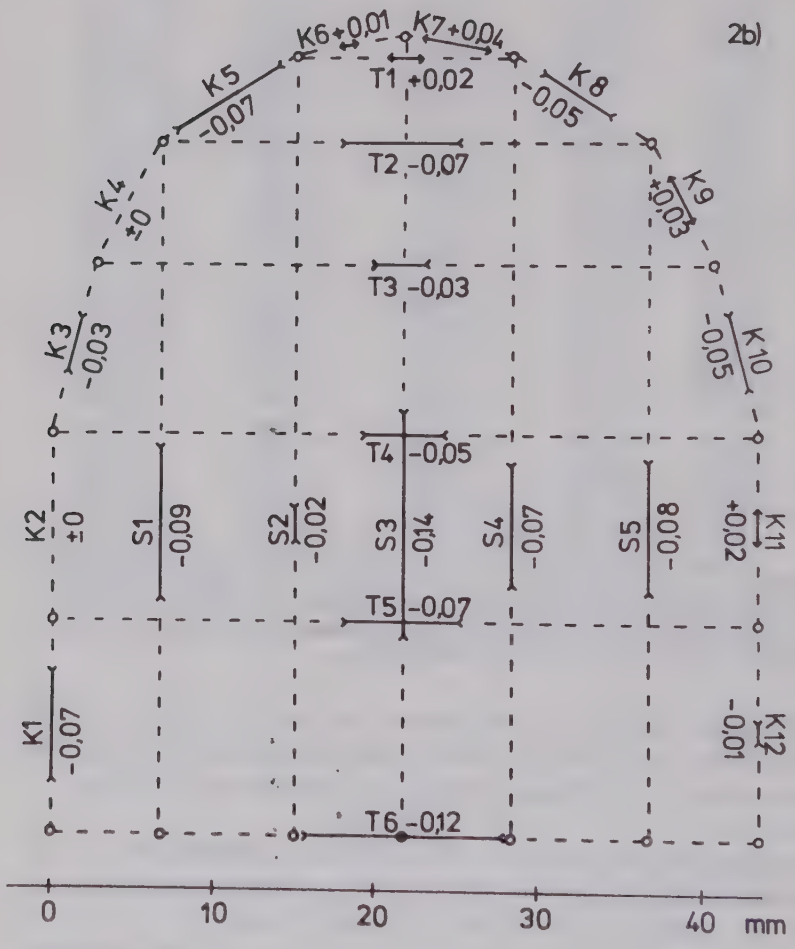


Abb. 9: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach SILAPLAST/STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck mit "SI-PLAST"-Träger; 48 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind abwechselnd zu kurz und zu lang, wobei im Vergleich zu sofort ausgegossenen Abdrücken bei fast allen Strecken die Tendenz zur Verkürzung besteht. -

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,28 | - 0,07 | - 0,50 | ± 0,03 |
| K 2 | 11,55 | 11,55 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K 3 | 10,93 | 10,90 | - 0,03 | - 0,30 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,82 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K 5 | 9,78 | 9,71 | - 0,07 | - 0,72 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,02 | + 0,01 | + 0,14 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,05 | + 0,04 | + 0,60 | ± 0,00 |
| K 8 | 9,78 | 9,73 | - 0,05 | - 0,50 | ± 0,01 |
| K 9 | 8,82 | 8,85 | + 0,03 | + 0,34 | ± 0,02 |
| K10 | 10,93 | 10,88 | - 0,05 | - 0,46 | ± 0,02 |
| K11 | 11,55 | 11,57 | + 0,02 | + 0,17 | ± 0,01 |
| K12 | 13,35 | 13,34 | - 0,01 | - 0,08 | ± 0,02 |
| T 1 | 13,96 | 13,98 | + 0,02 | + 0,14 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,08 | - 0,07 | - 0,23 | ± 0,00 |
| T 3 | 38,02 | 37,99 | - 0,03 | - 0,08 | ± 0,02 |
| T 4 | 43,43 | 43,38 | - 0,05 | - 0,16 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,36 | - 0,07 | - 0,16 | ± 0,01 |
| T 6 | 43,43 | 43,31 | - 0,12 | - 0,28 | ± 0,04 |
| S 1 | 43,30 | 43,21 | - 0,09 | - 0,21 | ± 0,09 |
| S 2 | 48,60 | 48,58 | - 0,02 | - 0,04 | ± 0,16 |
| S 3 | 50,00 | 49,86 | - 0,14 | - 0,28 | ± 0,18 |
| S 4 | 48,60 | 48,53 | - 0,07 | - 0,15 | ± 0,19 |
| S 5 | 43,30 | 43,22 | - 0,08 | - 0,19 | ± 0,13 |

Tab. 4: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach SILAPLAST/STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck; 48 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich= Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

Mit Ausnahme von T 1 sind alle T-Strecken verkürzt; die mittleren weisen die kleinsten, T 6 den größten Schrumpfungswert auf. - Sämtliche S-Strecken sind verkürzt, wobei die mittlere Strecke die stärkste Kontraktion von 0,14 mm aufweist. Nach 48 Stunden wird der Kiefer bei dieser Abdruckmethode sowohl zu eng als auch zu kurz wiedergegeben; mit steigender Lagerzeit haben dabei alle Strecken die Tendenz, sich zu verkürzen.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,19 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,72 % und + 0,60 %, im Mittel bei 0,25 %.

3a) XANTYGEN / STA-SEAL / SILASOFT, 0 Stunden Lagerzeit

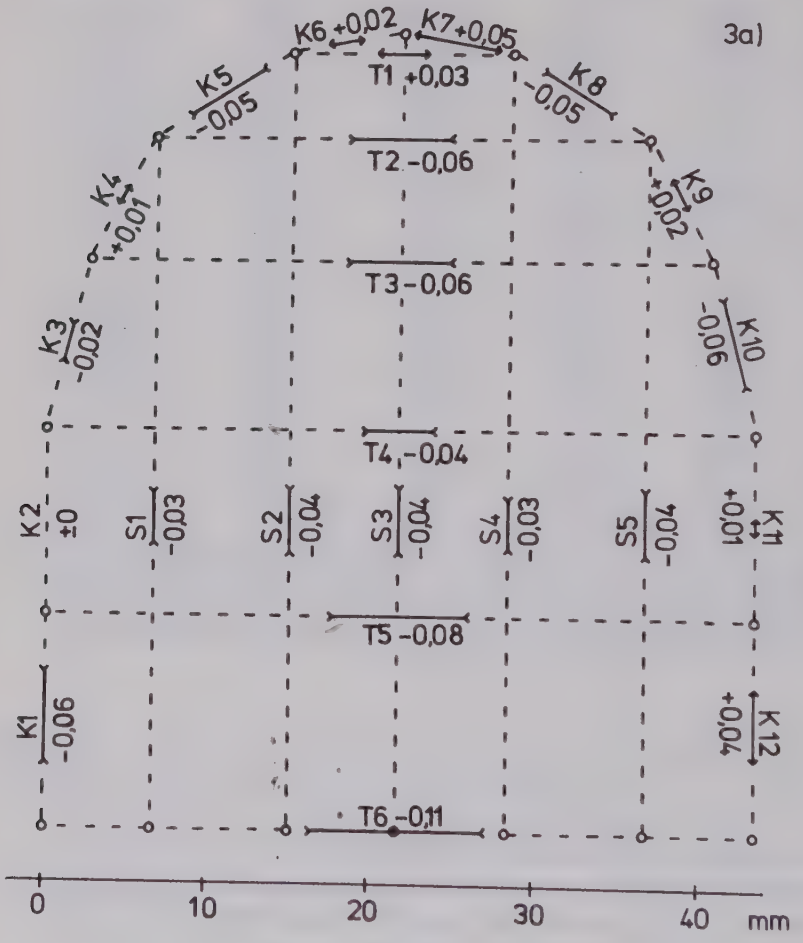


Abb.10: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach STENTS (XANTYGEN)/STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck mit unperforiertem Löffel; 0 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert (x-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken zeigen abwechselnd Verlängerungen und Verkürzungen; gegenüberliegende Strecken verhalten sich meist gleichsinnig. - Mit Ausnahme von T 1 sind alle T-Strecken

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,29 | - 0,06 | - 0,42 | ± 0,02 |
| K 2 | 11,55 | 11,55 | 0,00 | 0,00 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,92 | - 0,02 | - 0,20 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,93 | + 0,01 | + 0,11 | ± 0,02 |
| K 5 | 9,78 | 9,73 | - 0,05 | - 0,50 | ± 0,00 |
| K 6 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,00 |
| K 7 | 7,01 | 7,06 | + 0,05 | + 0,71 | ± 0,00 |
| K 8 | 9,78 | 9,73 | - 0,05 | - 0,50 | ± 0,02 |
| K 9 | 8,82 | 8,84 | + 0,02 | + 0,23 | ± 0,02 |
| K10 | 10,93 | 10,87 | - 0,06 | - 0,55 | ± 0,02 |
| K11 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,01 |
| K12 | 13,35 | 13,39 | + 0,04 | + 0,30 | ± 0,01 |
| T 1 | 13,96 | 13,99 | + 0,03 | + 0,21 | ± 0,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | - 0,06 | - 0,20 | ± 0,01 |
| T 3 | 38,02 | 37,96 | - 0,06 | - 0,16 | ± 0,00 |
| T 4 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,35 | - 0,08 | - 0,18 | ± 0,03 |
| T 6 | 43,43 | 43,32 | - 0,11 | - 0,25 | ± 0,02 |
| S 1 | 43,30 | 43,27 | - 0,03 | - 0,07 | ± 0,05 |
| S 2 | 48,60 | 48,56 | - 0,04 | - 0,08 | ± 0,13 |
| S 3 | 50,00 | 49,96 | - 0,04 | - 0,08 | ± 0,16 |
| S 4 | 48,60 | 48,57 | - 0,03 | - 0,06 | ± 0,12 |
| S 5 | 43,30 | 43,26 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,03 |

Tab. 5: Sollwerte (SW) des Urmodells und aritlmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach XANTYGEN/STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck; 0 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich= Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

zu kurz, wobei die größten Kontraktionswerte im dorsalen Kieferdrittel liegen. - Ebenfalls verkürzt sind sämtliche S-Strecken. - STENTS-Futterabdrücke geben den Kiefer also sowohl in der transversalen als auch in der sagittalen Dimension verkleinert wieder.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,16 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,55 % und + 0,71 %. Die mittlere Abweichung beträgt 0,24 %.

3b) XANTYGEN / STA-SEAL / SILASOFT, 48 Stunden Lagerzeit

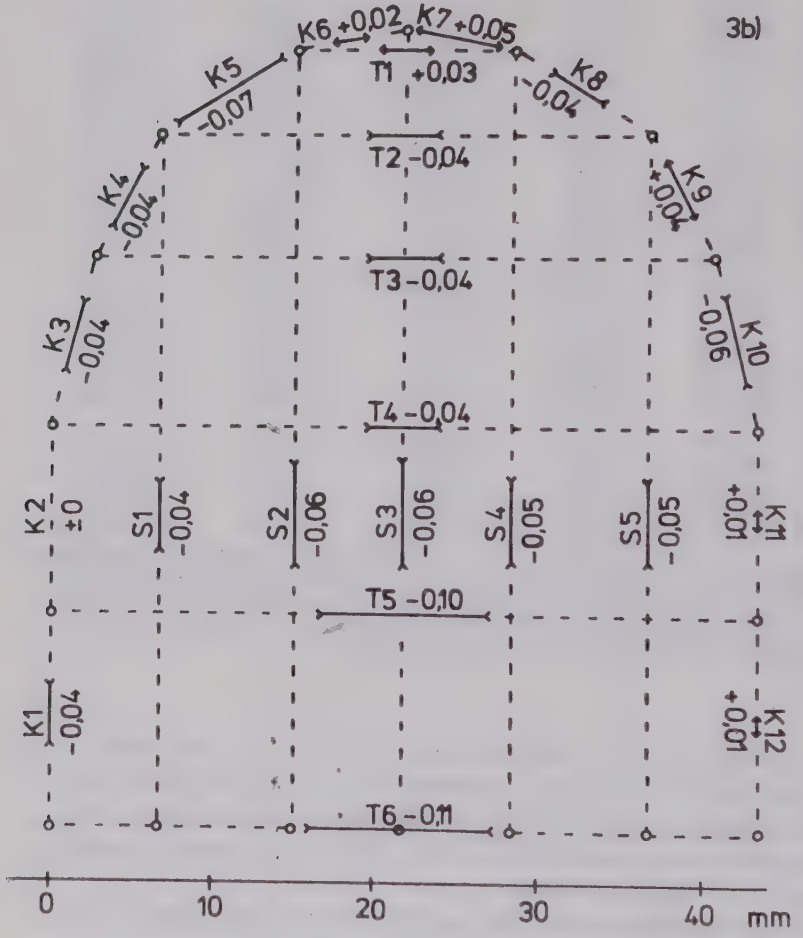


Abb.11: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach STENTS (XANTYGEN)/STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck mit unperforiertem Löffel; 48 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind verkürzt und verlängert, wobei die grössten Veränderungen in der vorderen Kieferhälfte liegen. Im Vergleich zu ungelagerten Abdrücken sind die Streckenänderun-

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW ( in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,31 | - 0,04 | - 0,30 | ± 0,02 |
| K 2 | 11,55 | 11,55 | 0,00 | 0,00 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,89 | - 0,04 | - 0,37 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,78 | - 0,04 | - 0,46 | ± 0,01 |
| K 5 | 9,78 | 9,71 | - 0,07 | - 0,72 | ± 0,02 |
| K 6 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,06 | + 0,05 | + 0,71 | ± 0,01 |
| K 8 | 9,78 | 9,74 | - 0,04 | - 0,40 | ± 0,02 |
| K 9 | 8,82 | 8,86 | + 0,04 | + 0,46 | ± 0,02 |
| K10 | 10,93 | 10,87 | - 0,06 | - 0,55 | ± 0,04 |
| K11 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,02 |
| K12 | 13,35 | 13,36 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,04 |
| T 1 | 13,96 | 13,99 | + 0,03 | + 0,21 | ± 0,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,01 |
| T 3 | 38,02 | 37,98 | - 0,04 | - 0,11 | ± 0,01 |
| T 4 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,00 |
| T 5 | 43,43 | 43,33 | - 0,10 | - 0,23 | ± 0,00 |
| T 6 | 43,43 | 43,32 | - 0,11 | - 0,25 | ± 0,07 |
| S 1 | 43,30 | 43,26 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,13 |
| S 2 | 48,60 | 48,54 | - 0,06 | - 0,13 | ± 0,12 |
| S 3 | 50,00 | 49,94 | - 0,06 | - 0,12 | ± 0,16 |
| S 4 | 48,60 | 48,55 | - 0,05 | - 0,11 | ± 0,14 |
| S 5 | 43,30 | 43,25 | - 0,05 | - 0,12 | ± 0,11 |

Tab. 6: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach XANTYGEN/STA-SEAL/SILASOFT-Abdruck; 48 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich= Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

gen uneinheitlich. - Die T-Strecken sind wieder bis auf T 1 verkürzt, die größten Schrumpfungswerte liegen bei den hinteren Strecken T 5 und T 6. - Auch die S-Strecken sind durchweg verkürzt. - STENTS-Futterabdrücke sind somit nach 48 Stunden Lagerung zu schmal und zu kurz, wobei die Dimensionsänderungen im Vergleich zu ungelagerten Abdrücken gering sind und in sagittaler Richtung Tendenzen zu weiterer Verkürzung zeigen, ansonsten aber ungerichtet sind.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,16 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,72 % und + 0,71 %. Der Mittelwert liegt bei 0,27 %.

4a) XANTOPREN "FUNCTION" / XANTOPREN BLAU, 0 Stunden Lagerzeit

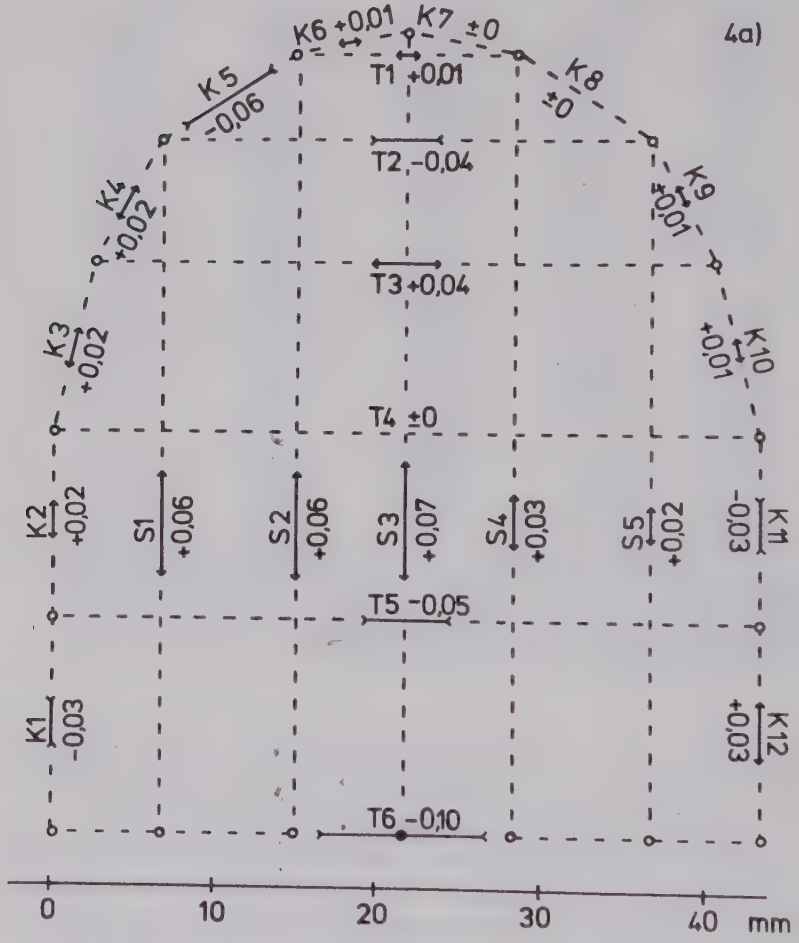


Abb.12: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach XANTOPREN "FUNCTION"/XANTOPREN BLAU-Abdruck mit perforiertem Löffel; 0 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert (x-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken zeigen geringe Verlängerungen und Verkürzungen. - In der transversalen Dimension zeigt das hintere Kieferdrittel Verkürzung, T 4 in der Kiefermitte ist unverän-

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,33 | - 0,03 | - 0,22 | ± 0,01 |
| K 2 | 11,55 | 11,57 | + 0,02 | + 0,17 | ± 0,01 |
| K 3 | 10,93 | 10,95 | + 0,02 | + 0,20 | ± 0,03 |
| K 4 | 8,82 | 8,84 | + 0,02 | + 0,23 | ± 0,01 |
| K 5 | 9,78 | 9,72 | - 0,06 | - 0,61 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,02 | + 0,01 | + 0,14 | ± 0,00 |
| K 7 | 7,01 | 7,01 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K 8 | 9,78 | 9,78 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K 9 | 8,82 | 8,83 | + 0,01 | + 0,11 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,94 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,52 | - 0,03 | - 0,26 | ± 0,01 |
| K12 | 13,35 | 13,38 | + 0,03 | + 0,22 | ± 0,06 |
| T 1 | 13,96 | 13,97 | + 0,01 | + 0,07 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,01 |
| T 3 | 38,02 | 38,06 | + 0,04 | + 0,11 | ± 0,08 |
| T 4 | 43,43 | 43,43 | 0,00 | 0,00 | ± 0,02 |
| T 5 | 43,43 | 43,38 | - 0,05 | - 0,12 | ± 0,02 |
| T 6 | 43,43 | 43,33 | - 0,10 | - 0,23 | ± 0,01 |
| S 1 | 43,30 | 43,36 | + 0,06 | + 0,14 | ± 0,05 |
| S 2 | 48,60 | 48,66 | + 0,06 | + 0,13 | ± 0,04 |
| S 3 | 50,00 | 50,07 | + 0,07 | + 0,14 | ± 0,08 |
| S 4 | 48,60 | 48,63 | + 0,03 | + 0,06 | ± 0,02 |
| S 5 | 43,30 | 43,32 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,05 |

Tab. 7: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach XANTOPREN "FUNCTION"/XANTOPREN BLAU-Abdruck; 0 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

dert, die vorderen T-Strecken verhalten sich unterschiedlich.- Die S-Strecken sind sämtlich zu lang. - XANTOPREN-Abdrücke geben den Kiefer also eher etwas vergrößert wieder, lediglich das dorsale Kieferdrittel erscheint eingeengt.
Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,08 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,61 % und + 0,23 %. Der Mittelwert beträgt 0,15 %.

4b) XANTOPREN "FUNCTION"/ XANTOPREN BLAU, 48 Stunden Lagerzeit

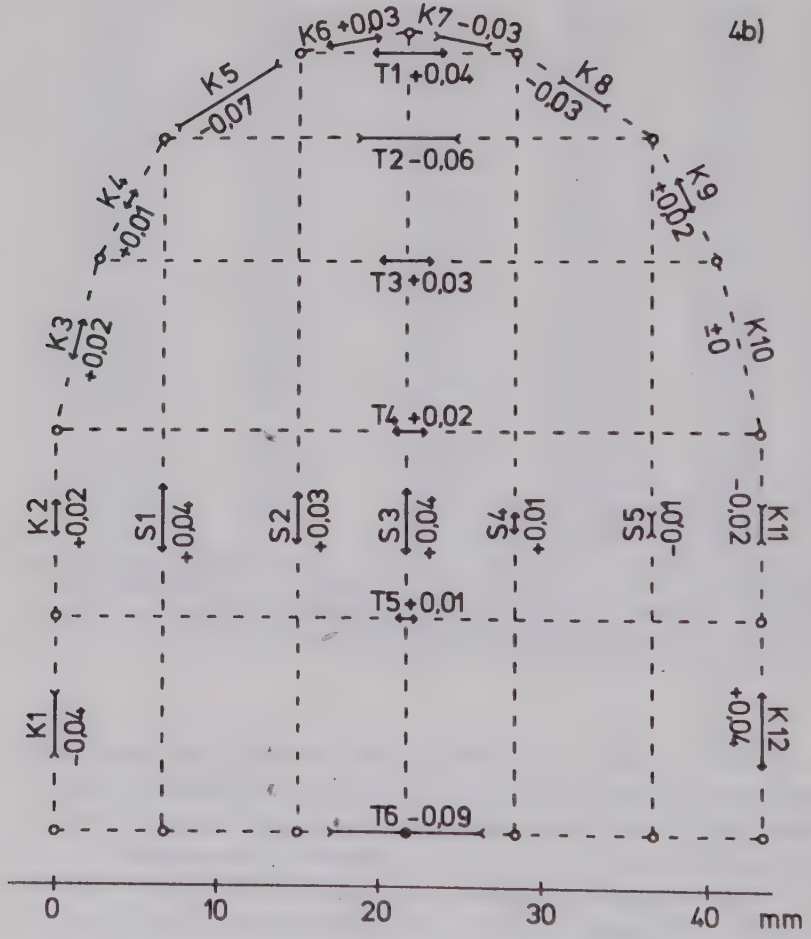


Abb.13: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach XANTOPREN "FUNCTON"/XANTOPREN BLAU-Abdruck mit perforiertem Löffel; 48 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind sowohl zu kurz als auch zu lang; die größten Veränderungen fallen dabei im anterioren Kammbereich ins Auge. Im Vergleich zu ungelagerten Abdrücken sind die

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,31 | - 0,04 | - 0,30 | ± 0,02 |
| K 2 | 11,55 | 11,57 | + 0,02 | + 0,17 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,95 | + 0,02 | + 0,20 | ± 0,03 |
| K 4 | 8,82 | 8,83 | + 0,01 | + 0,11 | ± 0,01 |
| K 5 | 9,78 | 9,71 | - 0,07 | - 0,72 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,04 | + 0,03 | + 0,43 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 6,98 | - 0,03 | - 0,43 | ± 0,01 |
| K 8 | 9,78 | 9,75 | - 0,03 | - 0,30 | ± 0,02 |
| K 9 | 8,82 | 8,84 | + 0,02 | + 0,23 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,93 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,53 | - 0,02 | - 0,17 | ± 0,03 |
| K12 | 13,35 | 13,39 | + 0,04 | + 0,30 | ± 0,01 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | + 0,04 | + 0,29 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | - 0,06 | - 0,20 | ± 0,03 |
| T 3 | 38,02 | 38,05 | + 0,03 | + 0,08 | ± 0,06 |
| T 4 | 43,43 | 43,45 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,09 |
| T 5 | 43,43 | 43,44 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,10 |
| T 6 | 43,43 | 43,34 | - 0,09 | - 0,21 | ± 0,02 |
| S 1 | 43,30 | 43,34 | + 0,04 | + 0,09 | ± 0,09 |
| S 2 | 48,60 | 48,63 | + 0,03 | + 0,06 | ± 0,09 |
| S 3 | 50,00 | 50,04 | + 0,04 | + 0,08 | ± 0,13 |
| S 4 | 48,60 | 48,61 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,11 |
| S 5 | 43,30 | 43,29 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,07 |

Tab. 8: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach XANTOPREN "FUNCTION"/XANTOPREN BLAU-Abdruck; 48 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

Streckenänderungen uneinheitlich. - Die T-Strecken sind durchweg verlängert, lediglich T 2 und T 6 sind verkürzt. Die S-Strecken sind ebenfalls zu lang. - 48 Stunden alte XANTOPREN-Abdrücke sind im Ganzen also zu groß. Bei Vergleich mit ungelagerten Abdrücken nimmt die Vergrößerung in der transversalen Dimension mit steigender Lagerdauer zu, in der sagittalen dagegen ab.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,13 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,72 % und + 0,43 %, im Mittel bei 0,20 %.

5a) CLAN-PASTE (nach SCHREINEMAKERS), 0 Stunden Lagerzeit

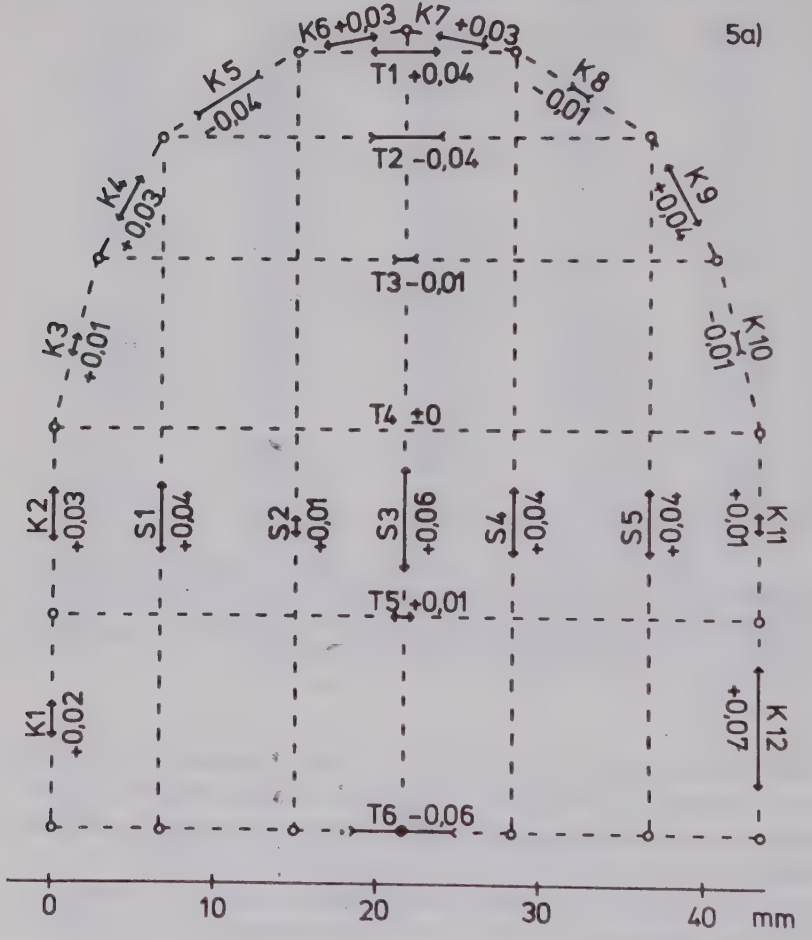


Abb.14: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach Abdruck mit CLAN-PASTE mit perforiertem Löffel; 0 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind, im anterioren Bereich am stärksten, sowohl verkürzt wie verlängert. - Die T-Strecken sind im mittleren Kieferabschnitt nahezu originalgetreu wiedergegeben,

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,37 | + 0,02 | + 0,15 | ± 0,01 |
| K 2 | 11,55 | 11,58 | + 0,03 | + 0,26 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,94 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,85 | + 0,03 | + 0,34 | ± 0,01 |
| K 5 | 9,78 | 9,74 | - 0,04 | - 0,40 | ± 0,00 |
| K 6 | 7,01 | 7,04 | + 0,03 | + 0,43 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,04 | + 0,03 | + 0,43 | ± 0,01 |
| K 8 | 9,78 | 9,77 | - 0,01 | - 0,10 | ± 0,06 |
| K 9 | 8,82 | 8,86 | + 0,04 | + 0,46 | ± 0,02 |
| K10 | 10,93 | 10,92 | - 0,01 | - 0,09 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,01 |
| K12 | 13,35 | 13,42 | + 0,07 | + 0,52 | ± 0,02 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | + 0,04 | + 0,29 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,02 |
| T 3 | 38,02 | 38,01 | - 0,01 | - 0,03 | ± 0,01 |
| T 4 | 43,43 | 43,43 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,44 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,02 |
| T 6 | 43,43 | 43,37 | - 0,06 | - 0,14 | ± 0,02 |
| S 1 | 43,30 | 43,34 | + 0,04 | + 0,09 | ± 0,02 |
| S 2 | 48,60 | 48,61 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,03 |
| S 3 | 50,00 | 50,06 | + 0,06 | + 0,12 | ± 0,06 |
| S 4 | 48,60 | 48,64 | + 0,04 | + 0,08 | ± 0,05 |
| S 5 | 43,30 | 43,34 | + 0,04 | + 0,09 | ± 0,02 |

Tab. 9: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach Abdruck mit CLAN-PASTE (nach SCHREINEMAKERS); 0 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

T 2 und T 6 sind zu kurz, T 1 ist verlängert. - Die S-Strecken sind durchweg zu lang. - CLAN-Abdrücke geben den Kiefer also etwas verlängert und mit der Tendenz zur Verschmälerung wieder.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,06 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,40 % und + 0,52 %, im Mittel 0,19 %.

5b) CLAN-PASTE (nach SCHREINEMAKERS), 48 Stunden Lagerzeit

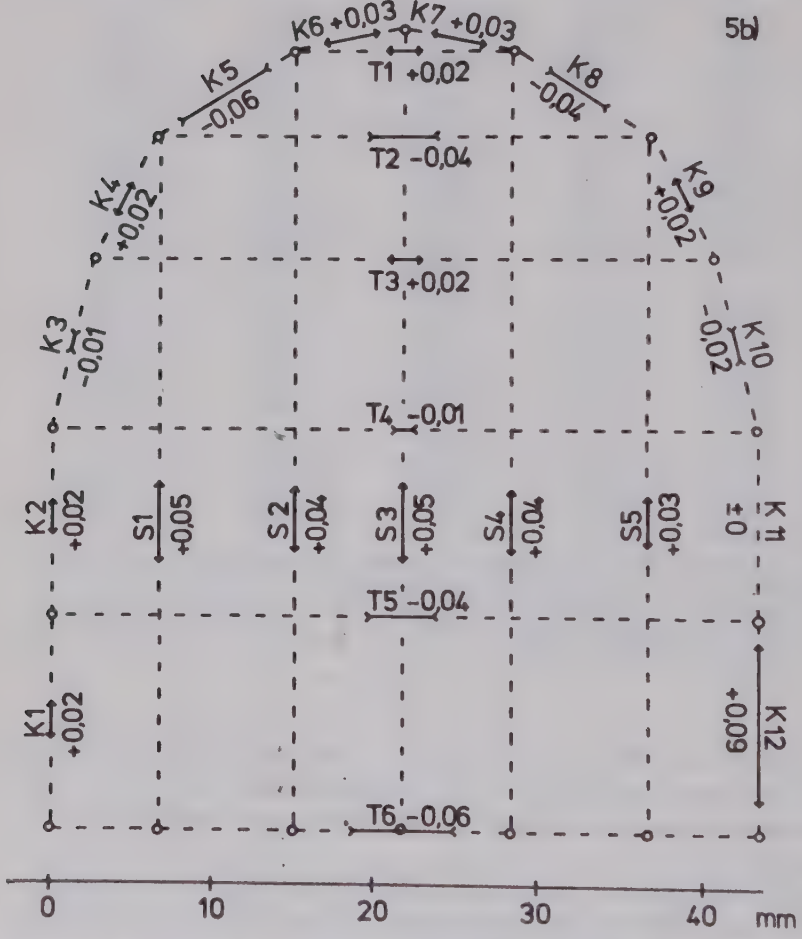


Abb.15: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach Abdruck mit CLAN-PASTE mit perforiertem Löffel; 48 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind, wiederum besonders im anterioren Kieferbereich, sowohl zu lang als auch zu kurz; verglichen mit ungelagerten Abdrücken neigen die K-Strecken mit steigender

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich ( in mm ) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,37 | + 0,02 | + 0,15 | ± 0,00 |
| K 2 | 11,55 | 11,57 | + 0,02 | + 0,17 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,92 | - 0,01 | - 0,09 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,84 | + 0,02 | + 0,23 | ± 0,01 |
| K 5 | 9,78 | 9,72 | - 0,06 | - 0,61 | ± 0,02 |
| K 6 | 7,01 | 7,04 | + 0,03 | + 0,43 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,04 | + 0,03 | + 0,43 | ± 0,01 |
| K 8 | 9,78 | 9,74 | - 0,04 | - 0,40 | ± 0,02 |
| K 9 | 8,82 | 8,84 | + 0,02 | + 0,23 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,91 | - 0,02 | - 0,20 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,55 | 0,00 | 0,00 | ± 0,00 |
| K12 | 13,35 | 13,44 | + 0,09 | + 0,70 | ± 0,05 |
| T 1 | 13,96 | 13,98 | + 0,02 | + 0,14 | ± 0,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,01 |
| T 3 | 38,02 | 38,04 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,02 |
| T 4 | 43,43 | 43,42 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,02 |
| T 5 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,01 |
| T 6 | 43,43 | 43,37 | - 0,06 | - 0,14 | ± 0,01 |
| S 1 | 43,30 | 43,35 | + 0,05 | + 0,12 | ± 0,06 |
| S 2 | 48,60 | 48,64 | + 0,04 | + 0,08 | ± 0,12 |
| S 3 | 50,00 | 50,05 | + 0,05 | + 0,10 | ± 0,14 |
| S 4 | 48,60 | 48,64 | + 0,04 | + 0,08 | ± 0,16 |
| S 5 | 43,30 | 43,33 | + 0,03 | + 0,07 | ± 0,06 |

Tab. 10: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach Abdruck mit CLAN-PASTE (nach SCHREINEMAKERS); 48 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

Lagerzeit zur Verkürzung. - Die T-Strecken sind bis auf T 1 und T 3 verkürzt, am stärksten an der Tubertangente T 6. - Die S-Strecken sind sämtlich verlängert. - 48 Stunden alte CLAN-Abdrücke geben den Kiefer verengt und verlängert wieder. Im Vergleich zu ungelagerten Abdrücken sind die Veränderungen gering und nicht gerichtet.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,16 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,61 % und + 0,70 %, im Mittel bei 0,20 %.

6a) IMPREGUM, 0 Stunden Lagerzeit

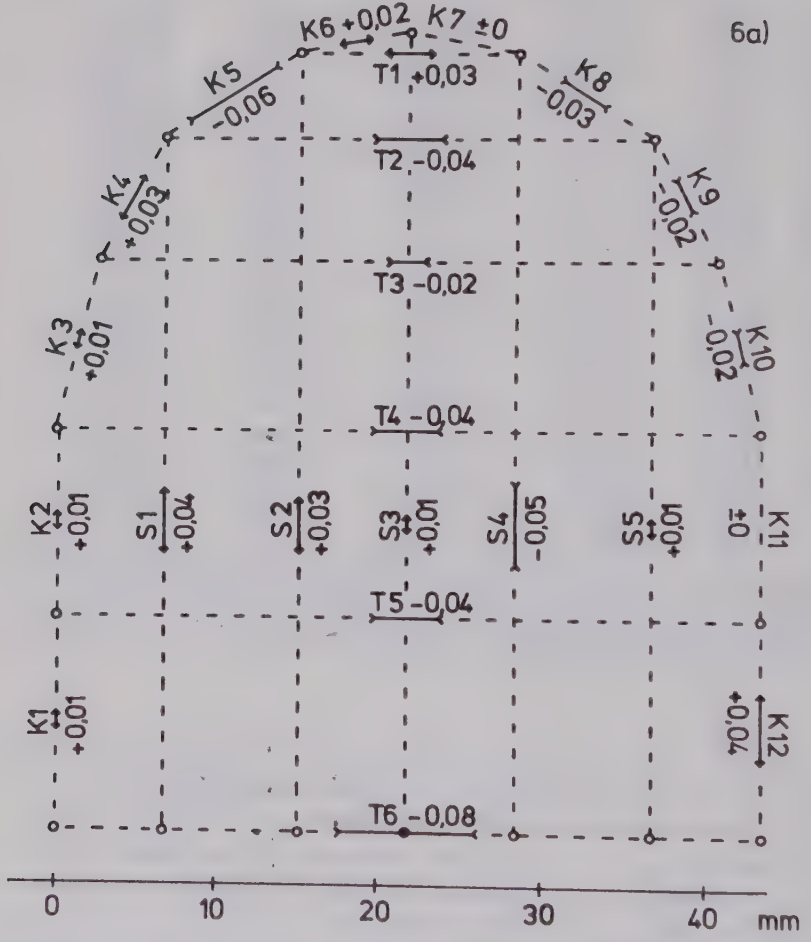


Abb.16: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach IMPREGUM-Abdruck mit perforiertem Löffel; 0 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind, am ausgeprägtesten wiederum im frontalen Teil des Alveolarbogens, verkürzt und verlängert. - Mit Ausnahme der verlängerten Strecke T 1 sind alle T-Strecken

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,36 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,00 |
| K 2 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,94 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,00 |
| K 4 | 8,82 | 8,85 | + 0,03 | + 0,34 | ± 0,00 |
| K 5 | 9,78 | 9,72 | - 0,06 | - 0,61 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,00 |
| K 7 | 7,01 | 7,01 | 0,00 | 0,00 | ± 0,02 |
| K 8 | 9,78 | 9,75 | - 0,03 | - 0,30 | ± 0,00 |
| K 9 | 8,82 | 8,80 | - 0,02 | - 0,23 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,91 | - 0,02 | - 0,20 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,55 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K12 | 13,35 | 13,39 | + 0,04 | + 0,30 | ± 0,02 |
| T 1 | 13,96 | 13,99 | + 0,03 | + 0,21 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,01 |
| T 3 | 38,02 | 38,00 | - 0,02 | - 0,05 | ± 0,00 |
| T 4 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,01 |
| T 6 | 43,43 | 43,35 | - 0,08 | - 0,18 | ± 0,01 |
| S 1 | 43,30 | 43,34 | + 0,04 | + 0,09 | ± 0,04 |
| S 2 | 48,60 | 48,63 | + 0,03 | + 0,06 | ± 0,08 |
| S 3 | 50,00 | 50,01 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,05 |
| S 4 | 48,60 | 48,55 | - 0,05 | - 0,11 | ± 0,05 |
| S 5 | 43,30 | 43,31 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,01 |

Tab.11: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach IMPREGUM-Abdruck; 0 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

zu kurz; am stärksten ist von der Kontraktion T 6 betroffen. - Die S-Strecken weisen insgesamt eine Verlängerung auf, ausgenommen S 5, die 0,05 mm zu kurz ist. - IMPREGUM-Abdrücke sind im Ganzen gesehen zu schmal und zu lang. -
Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,08 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,61 % und + 0,34 %. Die mittlere prozentuale Abweichung liegt bei 0,16 %.

6b) IMPREGUM, 48 Stunden Lagerzeit

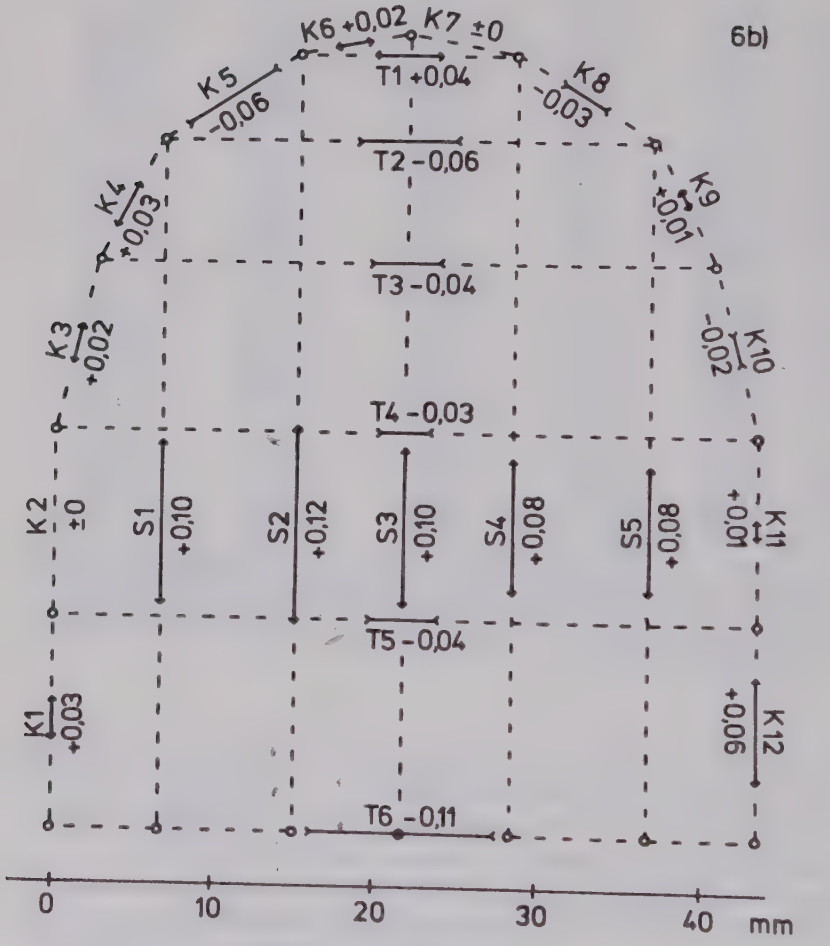


Abb.17: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach IMPREGUM-Abdruck mit perforiertem Löffel; 48 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind verlängert und verkürzt, am ausgeprägtesten wieder im Frontbereich. Im Vergleich zu ungelagerten Abdrücken sind kaum Veränderungen bzw. leichte Verlängerun-

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,38 | + 0,03 | + 0,22 | ± 0,00 |
| K 2 | 11,55 | 11,55 | 0,00 | 0,00 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,95 | + 0,02 | + 0,20 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,85 | + 0,03 | + 0,34 | ± 0,00 |
| K 5 | 9,78 | 9,72 | - 0,06 | - 0,61 | ± 0,00 |
| K 6 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,00 |
| K 7 | 7,01 | 7,01 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K 8 | 9,78 | 9,75 | - 0,03 | - 0,30 | ± 0,00 |
| K 9 | 8,82 | 8,83 | + 0,01 | + 0,11 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,91 | - 0,02 | - 0,20 | ± 0,00 |
| K11 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,00 |
| K12 | 13,35 | 13,41 | + 0,06 | + 0,42 | ± 0,00 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | + 0,04 | + 0,29 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | - 0,06 | - 0,20 | ± 0,01 |
| T 3 | 38,02 | 37,98 | - 0,04 | - 0,11 | ± 0,00 |
| T 4 | 43,43 | 43,00 | - 0,03 | - 0,07 | ± 0,00 |
| T 5 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,01 |
| T 6 | 43,43 | 43,32 | - 0,11 | - 0,25 | ± 0,00 |
| S 1 | 43,30 | 43,40 | + 0,10 | + 0,24 | ± 0,04 |
| S 2 | 48,60 | 48,72 | + 0,12 | + 0,25 | ± 0,10 |
| S 3 | 50,00 | 50,00 | + 0,10 | + 0,20 | ± 0,05 |
| S 4 | 48,60 | 48,68 | + 0,08 | + 0,17 | ± 0,14 |
| S 5 | 43,30 | 43,38 | + 0,08 | + 0,19 | ± 0,02 |

Tab.12: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach IMPREGUM-Abdruck; 48 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

gen festzustellen. - Die T-Strecken sind mit Ausnahme von T 1 durchweg verkürzt, die stärkste Schrumpfung liegt bei T 6. - Die S-Strecken sind insgesamt verlängert. - IMPREGUM-Abdrücke sind nach 48 Stunden Lagerung verschmälert und verlängert. Ein Vergleich mit den sofort ausgegossenen Abdrücken zeigt, daß die S-Strecken mit zunehmender Lagerdauer zur weiteren Expansion neigen, während die Transversalstrecken eher kontrahieren.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,14 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,61 % und + 0,42 %, im Mittel bei 0,21 %.

7a) KERR PERMLASTIC REGULAR, 0 Stunden Lagerzeit

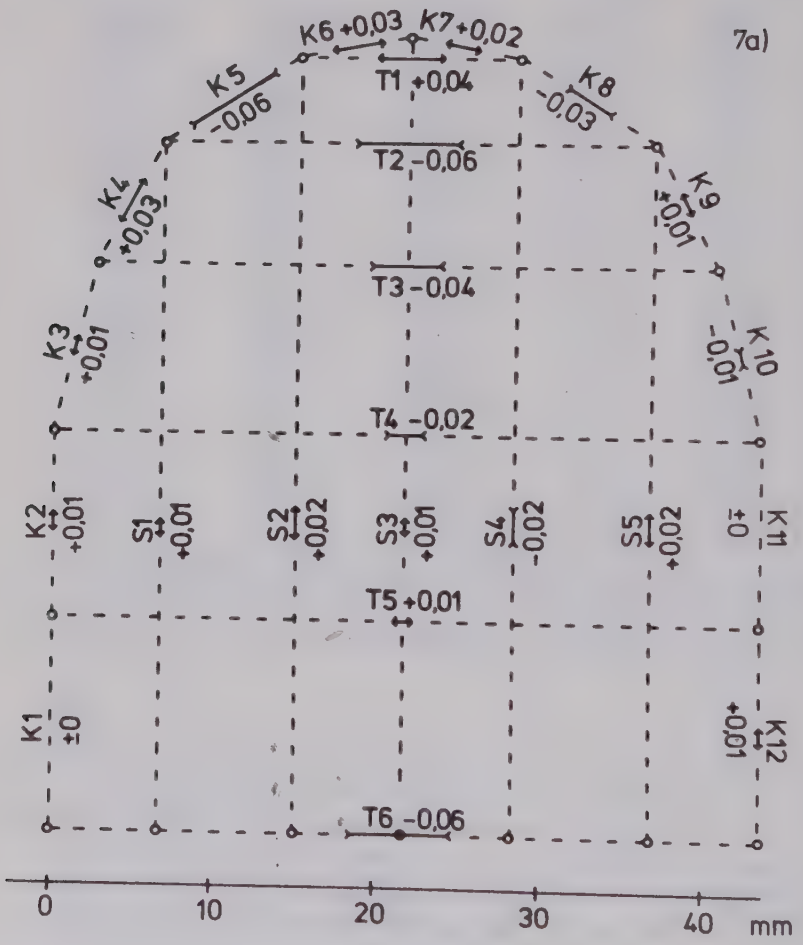


Abb.18: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach PERMLASTIC-Abdruck mit perforiertem Löffel; 0 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind sowohl verkürzt als auch verlängert. Während die größten Veränderungen im anterioren Kammbereich liegen, sind die posterioren Anteile des Kieferfortsatzes

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,35 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K 2 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,01 |
| K 3 | 10,93 | 10,94 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,00 |
| K 4 | 8,82 | 8,85 | + 0,03 | + 0,34 | ± 0,00 |
| K 5 | 9,78 | 9,72 | - 0,06 | - 0,61 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,04 | + 0,03 | + 0,43 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,08 |
| K 8 | 9,78 | 9,75 | - 0,03 | - 0,30 | ± 0,01 |
| K 9 | 8,82 | 8,83 | + 0,01 | + 0,11 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,92 | - 0,01 | - 0,09 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,55 | 0,00 | 0,00 | ± 0,03 |
| K12 | 13,35 | 13,36 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,04 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | + 0,04 | + 0,29 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | - 0,06 | - 0,20 | ± 0,02 |
| T 3 | 38,02 | 37,98 | - 0,04 | - 0,11 | ± 0,03 |
| T 4 | 43,43 | 43,41 | - 0,02 | - 0,05 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,44 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,06 |
| T 6 | 43,43 | 43,37 | - 0,06 | - 0,14 | ± 0,04 |
| S 1 | 43,30 | 43,31 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,08 |
| S 2 | 48,60 | 48,62 | + 0,02 | + 0,04 | ± 0,12 |
| S 3 | 50,00 | 50,01 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,16 |
| S 4 | 48,60 | 48,58 | - 0,02 | - 0,04 | ± 0,07 |
| S 5 | 43,30 | 43,32 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,02 |

Tab.13: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach PERMLASTIC-Abdruck; 0 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

fast formgetreu wiedergegeben. - Außer T 1 sind alle T-Strecken zu kurz, am wenigsten sind die mittleren Strecken von der Kontraktion betroffen. - Die S-Strecken sind durchweg sehr gering verlängert, S 4 ist zu kurz. - PERMLASTIC-Abdrücke sind also bei nahezu formgetreuer Wiedergabe des Kiefers zu schmal und gering zu lang.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,16 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,61 % und + 0,43 %, im Mittel bei 0,15 %.

7b) KERR PERMLASTIC REGULAR, 48 Stunden Lagerzeit

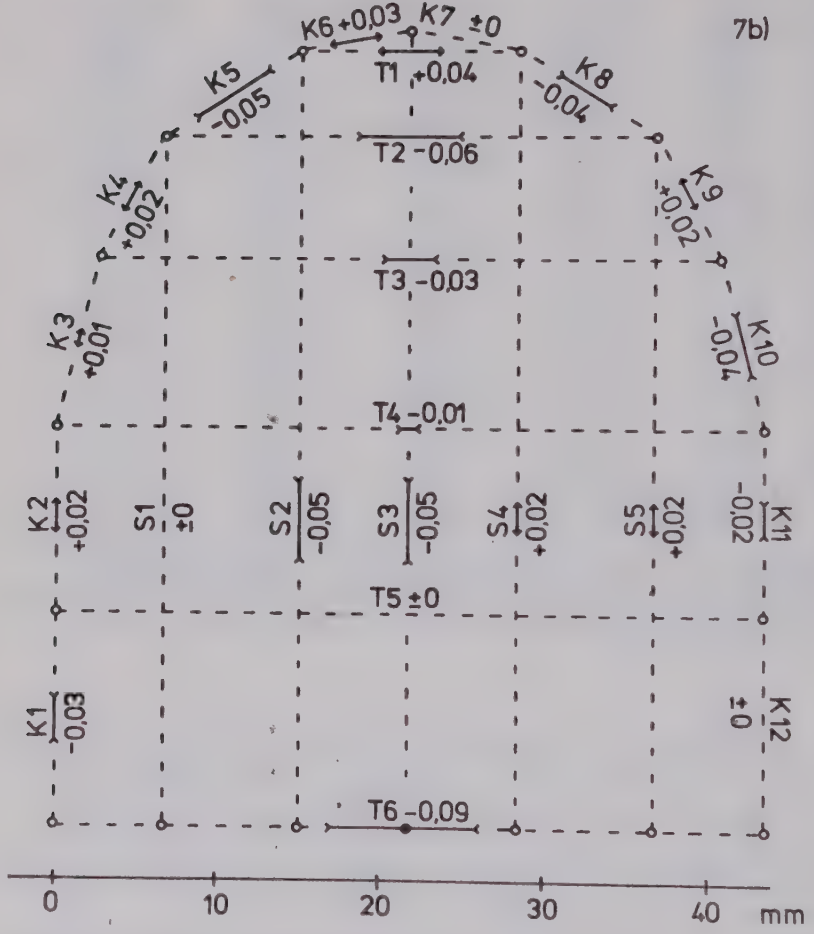


Abb.19: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach PERMLASTIC-Abdruck mit perforiertem Löffel; 48 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind verkürzt und verlängert, am ausgeprägtesten im anterioren Kammbereich. In Bezug auf die ungelagerten Abdrücke ist das Verhalten der Meßstrecken unter-

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,32 | - 0,03 | - 0,22 | ± 0,03 |
| K 2 | 11,55 | 11,57 | + 0,02 | + 0,17 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,94 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,84 | + 0,02 | + 0,23 | ± 0,00 |
| K 5 | 9,78 | 9,73 | - 0,05 | - 0,50 | ± 0,00 |
| K 6 | 7,01 | 7,04 | + 0,03 | + 0,43 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,01 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| K 8 | 9,78 | 9,74 | - 0,04 | - 0,40 | ± 0,01 |
| K 9 | 8,82 | 8,84 | + 0,02 | + 0,23 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,89 | - 0,04 | - 0,37 | ± 0,00 |
| K11 | 11,55 | 11,53 | - 0,02 | - 0,17 | ± 0,01 |
| K12 | 13,35 | 13,35 | 0,00 | 0,00 | ± 0,04 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | + 0,04 | + 0,29 | ± 0,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | - 0,06 | - 0,20 | ± 0,07 |
| T 3 | 38,02 | 37,99 | - 0,03 | - 0,08 | ± 0,02 |
| T 4 | 43,43 | 43,42 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,43 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| T 6 | 43,43 | 43,34 | - 0,09 | - 0,21 | ± 0,02 |
| S 1 | 43,30 | 43,30 | 0,00 | 0,00 | ± 0,04 |
| S 2 | 48,60 | 48,55 | - 0,05 | - 0,11 | ± 0,06 |
| S 3 | 50,00 | 49,95 | - 0,05 | - 0,10 | ± 0,07 |
| S 4 | 48,60 | 48,62 | + 0,02 | + 0,04 | ± 0,08 |
| S 5 | 43,30 | 43,32 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,01 |

Tab.14: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach PERMLASTIC-Abdruck; 48 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

schiedlich, jedoch mit Tendenz zur Verkürzung. - T 1 ist verlängert, alle übrigen T-Strecken sind zu kurz. - Das Verhalten der S-Strecken ist unterschiedlich. - 48 Stunden alte PERMLASTIC-Abdrücke neigen zur Verschmälerung und Verkürzung, jedoch bei recht formgetreuer Wiedergabe des Originals. Verglichen mit ungelagerten Abdrücken sind die Dimensionsänderungen bei zunehmender Lagerdauer gering und nicht immer gerichtet, obwohl Tendenzen zu weiterer Verkürzung bestehen. -
Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,08 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,50 % und + 0,43 %, im Mittel bei 0,17 %.

8a) SR IVOSEAL, 0 Stunden Lagerzeit

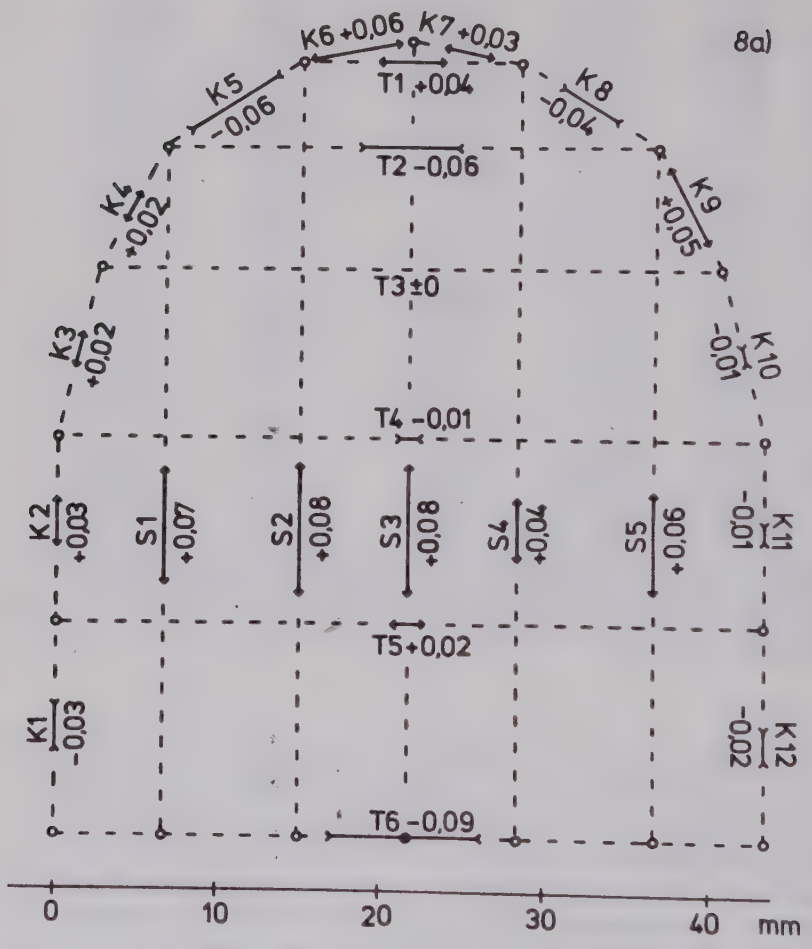


Abb.20: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach SR IVOSEAL-Abdruck mit perforiertem Löffel; 0 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken zeigen Verkürzungen und Verlängerungen, die im anterioren Kammbereich am stärksten ausgeprägt sind.- Die T-Strecken sind im mittleren Kieferabschnitt nahezu

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,32 | - 0,03 | - 0,22 | ± 0,01 |
| K 2 | 11,55 | 11,58 | + 0,03 | + 0,26 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,95 | + 0,02 | + 0,20 | ± 0,00 |
| K 4 | 8,82 | 8,84 | + 0,02 | + 0,23 | ± 0,00 |
| K 5 | 9,78 | 9,72 | - 0,06 | - 0,61 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,07 | + 0,06 | + 0,85 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,04 | + 0,03 | + 0,43 | ± 0,03 |
| K 8 | 9,78 | 9,74 | - 0,04 | - 0,40 | ± 0,04 |
| K 9 | 8,82 | 8,87 | + 0,05 | + 0,57 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,92 | - 0,01 | - 0,09 | ± 0,02 |
| K11 | 11,55 | 11,54 | - 0,01 | - 0,09 | ± 0,03 |
| K12 | 13,35 | 13,33 | - 0,02 | - 0,15 | ± 0,03 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | + 0,04 | - 0,29 | ± 0,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | - 0,06 | - 0,20 | ± 0,01 |
| T 3 | 38,02 | 38,02 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| T 4 | 43,43 | 43,42 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,02 |
| T 5 | 43,43 | 43,45 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,03 |
| T 6 | 43,43 | 43,34 | - 0,09 | - 0,21 | ± 0,01 |
| S 1 | 43,30 | 43,37 | + 0,07 | + 0,17 | ± 0,08 |
| S 2 | 48,60 | 48,68 | + 0,08 | + 0,17 | ± 0,07 |
| S 3 | 50,00 | 50,08 | + 0,08 | + 0,16 | ± 0,03 |
| S 4 | 48,60 | 48,64 | + 0,04 | + 0,08 | ± 0,05 |
| S 5 | 43,30 | 43,36 | + 0,06 | + 0,14 | ± 0,02 |

Tab.15: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach IVOSEAL-Abdruck; 0 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

formgetreu wiedergegeben. T 1 ist verlängert, während T 2 und T 6 verkürzt sind. - Die S-Strecken sind durchweg zu lang. - IVOSEAL-Abdrücke geben den Kiefer also etwas zu schmal und zu lang wieder.-

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,08 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,61 % und + 0,85 %, die mittlere Abweichung beträgt 0,24 %.

8b) SR IVOSEAL, 48 Stunden Lagerzeit

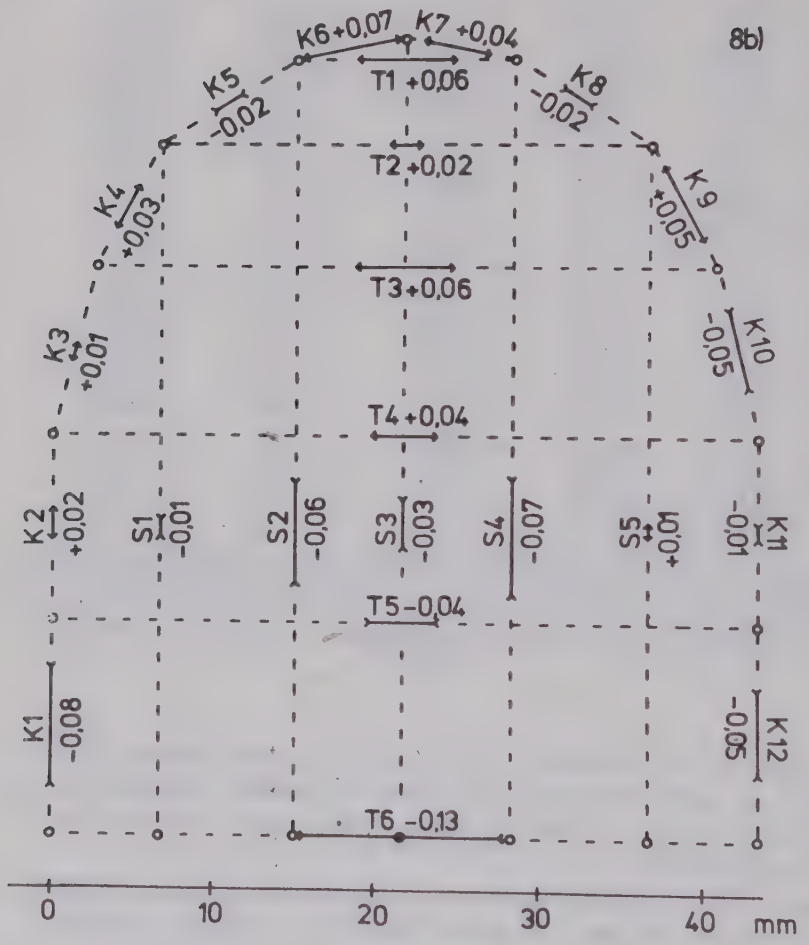


Abb.21: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach SR IVOSEAL-Abdruck mit perforiertem Löffel; 48 Stunden Lagerzeit. Differenz zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind wiederum sowohl verlängert wie verkürzt, am ausgeprägtesten bei K 6 und K 7. Im Vergleich zu sofort ausgegossenen Abdrücken ist eine Verlängerung der meisten

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,27 | - 0,08 | - 0,59 | ± 0,06 |
| K 2 | 11,55 | 11,57 | + 0,02 | + 0,17 | ± 0,00 |
| K 3 | 10,93 | 10,94 | + 0,01 | + 0,10 | ± 0,01 |
| K 4 | 8,82 | 8,85 | + 0,03 | + 0,34 | ± 0,00 |
| K 5 | 9,78 | 9,76 | - 0,02 | - 0,21 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,08 | + 0,07 | + 0,99 | ± 0,01 |
| K 7 | 7,01 | 7,05 | + 0,04 | + 0,60 | ± 0,02 |
| K 8 | 9,78 | 9,76 | - 0,02 | - 0,21 | ± 0,01 |
| K 9 | 8,82 | 8,87 | + 0,05 | + 0,57 | ± 0,02 |
| K10 | 10,93 | 10,88 | - 0,05 | - 0,46 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,54 | - 0,01 | - 0,09 | ± 0,01 |
| K12 | 13,35 | 13,30 | - 0,05 | - 0,37 | ± 0,08 |
| T 1 | 13,96 | 14,02 | + 0,06 | + 0,57 | ± 0,03 |
| T 2 | 30,15 | 30,17 | + 0,02 | + 0,07 | ± 0,08 |
| T 3 | 38,02 | 38,08 | + 0,06 | + 0,16 | ± 0,03 |
| T 4 | 43,43 | 43,47 | + 0,04 | + 0,09 | ± 0,05 |
| T 5 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,01 |
| T 6 | 43,43 | 43,30 | - 0,13 | - 0,30 | ± 0,02 |
| S 1 | 43,30 | 43,29 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,08 |
| S 2 | 48,60 | 48,54 | - 0,06 | - 0,13 | ± 0,15 |
| S 3 | 50,00 | 49,97 | - 0,03 | - 0,06 | ± 0,19 |
| S 4 | 48,60 | 48,53 | - 0,07 | - 0,15 | ± 0,18 |
| S 5 | 43,30 | 43,31 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,06 |

Tab.16: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach IVOSEAL-Abdruck; 48 Stunden Lagerzeit. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

Meßstrecken eingetreten. - Die T-Strecken sind in den beiden vorderen Kieferdritteln zu lang, die beiden dorsalen Strecken T 5 und T 6 sind verkürzt. - Die S-Strecken sind bis auf S 5 alle zu kurz. - 48 Stunden lang gealterte IVOSEAL-Abdrücke sind sowohl in Beziehung zum Original als auch zu ungelagerten Abdrücken verkürzt, im hinteren Kieferdrittel eingeengt, in den vorderen 2/3 dagegen ausgeweitet.
Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,19 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,59 % und + 0,99 %, im Mittel bei 0,27 %.

9) PALGAT-handgemischt

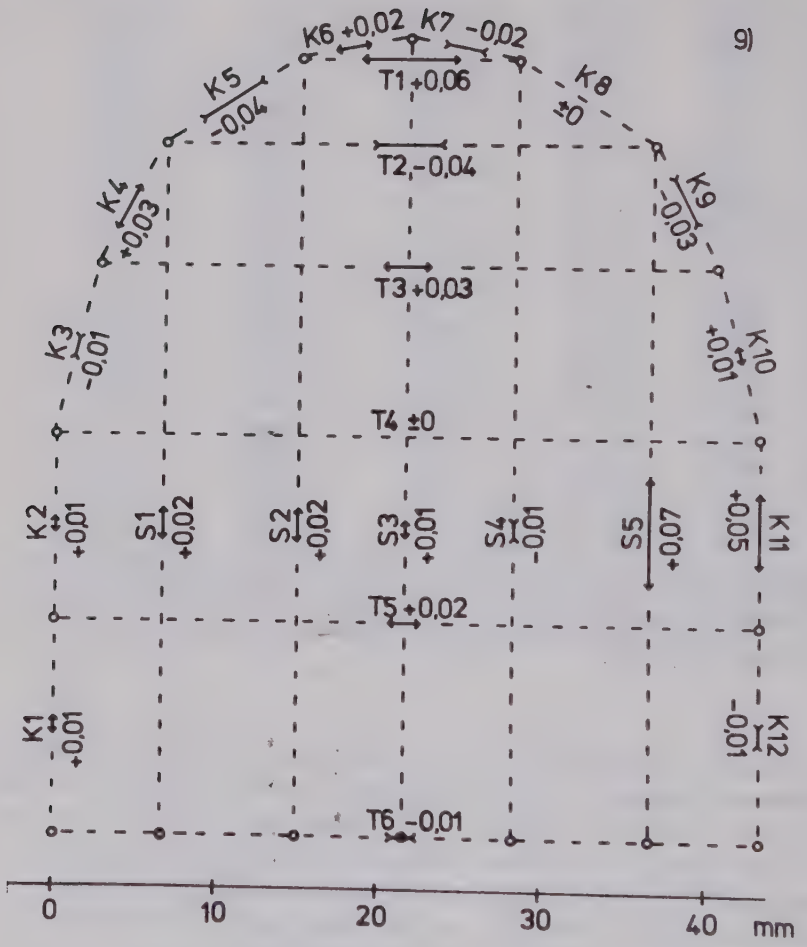


Abb.22: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach handgemischtem PALGAT-Abdruck mit perforiertem Löffel. Differenzen zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind regellos verlängert und verkürzt. - Die T-Strecken zeigen abwechselnd geringe Expansionen und Kontraktionen, wobei die beiden vorderen Strecken T 1

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,36 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,02 |
| K 2 | 11,55 | 11,56 | + 0,01 | + 0,08 | ± 0,01 |
| K 3 | 10,93 | 10,92 | - 0,01 | - 0,09 | ± 0,00 |
| K 4 | 8,82 | 8,85 | + 0,03 | + 0,34 | ± 0,01 |
| K 5 | 9,78 | 9,74 | - 0,04 | - 0,40 | ± 0,01 |
| K 6 | 7,01 | 7,03 | + 0,02 | + 0,29 | ± 0,00 |
| K 7 | 7,01 | 6,99 | - 0,02 | - 0,29 | ± 0,03 |
| K 8 | 9,78 | 9,78 | 0,00 | 0,00 | ± 0,03 |
| K 9 | 8,82 | 8,79 | - 0,03 | - 0,34 | ± 0,02 |
| K10 | 10,93 | 10,94 | + 0,01 | + 0,09 | ± 0,00 |
| K11 | 11,55 | 11,60 | + 0,05 | + 0,43 | ± 0,00 |
| K12 | 13,35 | 13,34 | - 0,01 | - 0,08 | ± 0,01 |
| T 1 | 13,96 | 14,02 | + 0,06 | + 0,43 | ± 0,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | - 0,04 | - 0,13 | ± 0,02 |
| T 3 | 38,02 | 38,05 | + 0,03 | + 0,08 | ± 0,01 |
| T 4 | 43,43 | 43,43 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| T 5 | 43,43 | 43,45 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,02 |
| T 6 | 43,43 | 43,42 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,02 |
| S 1 | 43,30 | 43,32 | + 0,02 | + 0,05 | ± 0,02 |
| S 2 | 48,60 | 48,62 | + 0,02 | + 0,04 | ± 0,04 |
| S 3 | 50,00 | 50,01 | + 0,01 | + 0,02 | ± 0,08 |
| S 4 | 48,60 | 48,59 | - 0,01 | - 0,02 | ± 0,12 |
| S 5 | 43,30 | 43,37 | + 0,07 | + 0,16 | ± 0,04 |

Tab.17: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach handgemischtem PALGAT-Abdruck. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

und T 2 am meisten vom Original abweichen. - Die S-Strecken sind mit Ausnahme von S 4 sämtlich zu lang.- Handgemischte PALGAT-Abdrücke zeigen bei recht guter Formtreue Tendenzen zur Verlängerung, während das Verhalten der T-Strecken keine Richtung erkennen läßt.

Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,12 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,40 % und + 0,43 %. Der Mittelwert beträgt 0,15 %.

10) PALGAT-maschinell im Vakuum angemischt

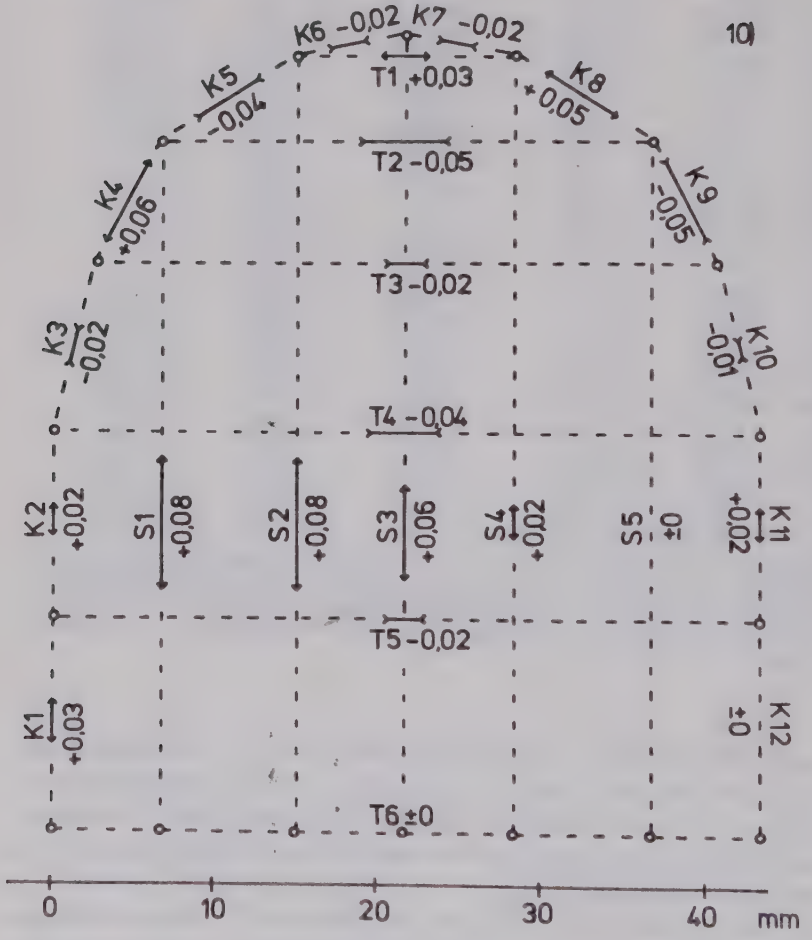


Abb.23: Mittlere Dimensionsänderungen der Meßstrecken nach maschinell im Vakuum angemischtem PALGAT-Abdruck mit perforiertem Löffel. Differenzen zwischen Ist- und Sollwert ($\bar{x}$-SW) 300-fach vergrößert aufgetragen. (Die Zahlenwerte entsprechen der tatsächlichen Abweichung in mm).

Die K-Strecken sind regellos verlängert und verkürzt. - Die T-Strecken sind mit Ausnahme von T 1 und T 6 zu kurz. - Die S-Strecken sind durchweg verlängert. - Maschinell-ge-

| | SW (in mm) | $\bar{x}$ (in mm) | $\bar{x}$-SW (in mm) | $\bar{x}$-SW (in %) | 95 % Bereich (in mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 13,35 | 13,38 | + 0,03 | + 0,21 | ± 0,02 |
| K 2 | 11,55 | 11,57 | + 0,02 | + 0,17 | ± 0,01 |
| K 3 | 10,93 | 10,91 | - 0,02 | - 0,20 | ± 0,02 |
| K 4 | 8,82 | 8,88 | + 0,06 | + 0,70 | ± 0,00 |
| K 5 | 9,78 | 9,74 | - 0,04 | - 0,40 | ± 0,02 |
| K 6 | 7,01 | 6,99 | - 0,02 | - 0,29 | ± 0,02 |
| K 7 | 7,01 | 6,99 | - 0,02 | - 0,29 | ± 0,03 |
| K 8 | 9,78 | 9,83 | + 0,05 | + 0,50 | ± 0,06 |
| K 9 | 8,82 | 8,77 | - 0,05 | - 0,57 | ± 0,01 |
| K10 | 10,93 | 10,92 | - 0,01 | - 0,09 | ± 0,01 |
| K11 | 11,55 | 11,57 | + 0,02 | + 0,17 | ± 0,01 |
| K12 | 13,35 | 13,35 | 0,00 | 0,00 | ± 0,09 |
| T 1 | 13,96 | 13,99 | + 0,03 | + 0,21 | ± 0,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,10 | - 0,05 | - 0,17 | ± 0,02 |
| T 3 | 38,02 | 38,00 | - 0,02 | - 0,05 | ± 0,07 |
| T 4 | 43,43 | 43,39 | - 0,04 | - 0,09 | ± 0,00 |
| T 5 | 43,43 | 43,41 | - 0,02 | - 0,05 | ± 0,01 |
| T 6 | 43,43 | 43,43 | 0,00 | 0,00 | ± 0,01 |
| S 1 | 43,30 | 43,38 | + 0,08 | + 0,19 | ± 0,12 |
| S 2 | 48,60 | 48,68 | + 0,08 | + 0,17 | ± 0,09 |
| S 3 | 50,00 | 50,06 | + 0,06 | + 0,12 | ± 0,12 |
| S 4 | 48,60 | 48,62 | + 0,02 | + 0,04 | ± 0,02 |
| S 5 | 43,30 | 43,30 | 0,00 | 0,00 | ± 0,02 |

Tab.18: Sollwerte (SW) des Urmodells und arithmetische Mittelwerte der Istwerte ($\bar{x}$) bei Modellen nach maschinell im Vakuum angemischtem PALGAT-Abdruck. 95 % Bereich=Vertrauensbereich, $\bar{x}$-SW (%) = prozentuale Abweichung vom Sollwert, $\bar{x}$-SW (mm) = Differenz in mm.

mischte PALGAT-Abdrücke sind also zu eng und zu lang. Die Vertrauensbereiche um die Mittelwerte $\bar{x}$ liegen zwischen 0,00 und ± 0,12 mm, die prozentualen Abweichungen zwischen - 0,57 % und + 0,70 %. Der Mittelwert liegt bei 0,20 %.

## V. DISKUSSION

Unsere Ergebnisse zeigen, daß wir auch mit Hilfe der modernen Abformwerkstoffe noch nicht in der Lage sind, Funktionsabdrücke und daraus folgend Arbeitsmodelle und totale Prothesen herzustellen, die dem zahnlosen Kiefer in streng mathematischem Sinne kongruent sind. - Dieses Ergebnis war auf Grund der zahlreichen Arbeiten, die über das Dimensionsverhalten elastomerer Abformmaterialien an bezahnten Kieferabschnitten vorliegen, zu erwarten. Sie alle bestätigen, daß sich gummielastische Abdruckmassen nicht absolut formkonstant verhalten. (V.K.ILG (16); R. LOHMILLER (25); P. LUDWIG (26); M. HOFMANN (13); E. KÖRBER und K. LEHMANN (21); u.a.)

Betrachten wir zunächst die Dimensionsänderungen der ungelagerten Abdrücke:
Wir stellen fest, daß unverzüglich nach Abdrucknahme ausgegossene Abdrücke das Urmodell in der Regel leicht verschmälert und verlängert wiedergeben. Die mittlere prozentuale Abweichung der Meßstrecken sämtlicher Abdrücke vom Sollwert beträgt 0,19 %. Je nach verwendetem Material liegt der mittlere prozentuale Fehler zwischen 0,15 % (Versuchsreihen Nr. 4:XANTOPREN "FUNCTION"/ XANTOPREN BLAU, Nr. 7:KERR PENNLASTIC und Nr. 9:PALGAT handgemischt) und 0,24 % (Versuchsreihe Nr.8:SR IVOSEAL); die maximalen Schwankungen einzelner Meßstrecken betragen zwischen - 0,72 % (Versuchsreihe Nr.1:STA-SEAL / SILASOFT) und + 0,85 % (Versuchsreihe Nr. 8:SR IVOSEAL). Diese extremen Längenänderungen kommen allerdings nur im Bereich der Kammstrecken vor. Von größerer klinischer Bedeutung, was die Paßgenauigkeit der Prothese anbetrifft, sind die Dimensionsänderungen der Sagittal- und Transversalstrecken. G. JANKE (18) sieht die Gefahr einer Schädigung des Prothesenlagers in Form von Durchblutungsstörungen, Ulcera, Druckstellen, praecanceröser Entartung und Ausbildung von

Schlorterzämmen durch die Prothese bei einer Schrumpfung der lateralen Prothesenanteile um 0,33 mm gegeben. Dieser Betrag wird durch die abformbedingten Formänderungen, die mit einer Schrumpfung im lateralen Teil von maximal 0,11 mm (STENTS-Abdrücke, Versuchsreihe 3) angesetzt werden können, nicht erreicht. Die Veränderungen im Sagittalbereich liegen in der gleichen Größenordnung. Die größte Verlängerung beträgt hier +0,08 mm (Versuchsreihe Nr. 8: SR IVOSEAL = + 0,17 %; Versuchsreihe Nr. 10:PALGAT maschinell vakuumgemischt = + 0,19 %), die größte Verkürzung -0,06 mm (Versuchsreihe Nr. 1:STA-SEAL / SILASOFT = - 0,12 %).

Aus den Ergebnissen läßt sich ableiten, daß alle geprüften Materialien zur Abformung zahnloser Kieferabschnitte klinisch geeignet erscheinen, sofern sie unverzüglich ausgegossen werden. Da die Resilienz der Kieferschleimhaut mit mindestens 0,2 mm angesetzt werden kann, die abdruckbedingten Dimensionsänderungen in transversaler und sagittaler Richtung jedoch Schrumpfungen von 0,1 mm kaum überschreiten, ist eine Schädigung des Prothesenlagers nicht zu befürchten.

Unterziehen wir nun die 48-Stunden alten Abdrücke einer kritischen Betrachtung:
Die mittlere prozentuale Abweichung der Meßstrecken sämtlicher Abdrücke vom Sollwert beträgt 0,22 %, je nach Material liegt der prozentuale Fehler im Mittel zwischen 0,17 % (Versuchsreihe Nr. 7:KERR PERMLASTIC) und 0,27 % (Versuchsreihen Nr. 3:STENTS / STA-SEAL / SILASOFT und Nr. 8: SR IVOSEAL). Wir stellen fest, daß die Fehlerbreite und die durchschnittliche prozentuale Abweichung der Meßstrecken vom Sollwert nach 48 Stunden zunehmen, was bedeutet, daß 48 Stunden alte Abdrücke die Urform ungenauer wiedergeben als ungelagerte Abdrücke. Allerdings ist die Zunahme der Dimensionsänderungen relativ gering: je nach Material liegt sie zwischen 0,01 % (Versuchsreihe Nr. 5:CLAN-PASTE) und 0,07 %

(Versuchsreihe Nr.8:SR IVOSEAL), im Mittel beträgt sie 0,03 %.
Die Veränderungen sind unregelmäßig:
Bei unterschiedlichem Verhalten der Kammstrecken sind die Transversalstrecken fast immer verkürzt, die Sagittalstrekken zeigen sowohl Verlängerungen als auch Verkürzungen.
Das bedeutet, daß 48 Stunden lang gelagerte Abdrücke den Kiefer in der Regel zu schmal und zu kurz (z.B. Versuchsreihen Nr.2:SILAPLAST / STA-SEAL / SILASOFT und Nr.3:STENTS / STA-SEAL / SILASOFT) bzw. zu schmal und zu lang (z.B. Versuchsreihen Nr.1:STA-SEAL / SILASOFT und Nr.5:CLAN-PASTE) wiedergeben. Gegensätzlich verhalten sich Abdrücke aus XANTOPREN (4) und SR-IVOSEAL (8): sie zeigen nach 48 Stunden Tendenzen zur Verbreiterung.
Was die klinische Brauchbarkeit der geprüften Materialien nach 48-stündiger Lagerung anbetrifft, so geben alle Abdrücke den zahnlosen Kiefer hinreichend genau wieder, ohne daß eine Schädigung des Prothesenlagers durch eine nach entsprechenden Unterlagen angefertigte Prothese befürchtet werden muß: die größten Schrumpfungswerte betragen im hinteren Kieferdrittel - 0,13 mm (Versuchsreihe Nr.8:SR IVOSEAL = - 0,30 %), in sagittaler Richtung - 0,14 mm (Versuchsreihe Nr.2:SILAPLAST / STA-SEAL / SILASOFT = - 0,28 %).

Aus unseren Untersuchungen geht hervor, daß wir auch mit Hilfe der modernen Abformwerkstoffe nicht in der Lage sind, ein Kiefermodell herzustellen, daß in seinen Dimensionen dem Original völlig entspricht. Am formgetreuesten erwiesen sich die Materialien

KERR PERMLASTIC: mittlere Dimensionsänderung
nach 0 Stunden 0,15 %
nach 48 Stunden 0,17 %
STA-SEAL/SILASOFT: mittlere Dimensionsänderung
nach 0 Stunden 0,16 %
nach 48 Stunden 0,19 %

XANTOPREN "FUNCTION" / XANTOPREN BLAU:
mittlere Dimensionsänderung

nach 0 Stunden 0,15 %

nach 48 Stunden 0,20 %

Die größten Formveränderungen zeigten die Materialien

XANTYGEN / STA-SEAL / SILASOFT:
mittlere Dimensionsänderung

nach 0 Stunden 0,24 %

nach 48 Stunden 0,27 %

SR IVOSEAL: mittlere Dimensionsänderung

nach 0 Stunden 0,24 %

nach 48 Stunden 0,27 %

Die geringsten Veränderungen nach 48 Stunden in Bezug auf die ungelagerten Abdrücke zeigten PERMLASTIC (0,02 %) und STENTS-Futterabdrücke (0,03 %).

Im Folgenden wollen wir auf die möglichen Ursachen bzw. Fehlerquellen eingehen, die zu den oben geschilderten Dimensionsänderungen führten:

1) Bei unseren Messungen muß ein Meßfehler von 0,01 mm in Rechnung gestellt werden.
2) Das thermische Verhalten des Urmodells aus Metall, der Abformmaterialien und des Modellmaterials ist nicht bekannt. Nach H.J. REHBERG (29) unterliegt der Abdruckwerkstoff bei Abkühlung von Mundtemperatur auf Raumtemperatur einer thermischen Kontraktion von ca. 0,25 %. Bei Durchführung unserer Versuche im Mundmilieu wäre also mit etwas schlechteren Ergebnissen zu rechnen gewesen (H.J. REHBERG (29); R. SCHWINDLING (40). Gleiches gilt aber für ähnliche, vergleichbare Dimensionsuntersuchungen, die aus praktischen Gründen und zur Einhaltung gleicher Bedingungen ebenfalls im Modellversuch bei Raumtemperatur durchgeführt wurden.
3) Entspannung der Abdruckmasse in das Abdrucklumen, durch elastische Beanspruchung des Materials während des Anmischens (R. SCHWINDLING (39).

4) Es wurde bei den Versuchen die Resilienz des Prothesenlagers nicht berücksichtigt. K. ANDRYSEK (2) konnte am Phantom zeigen, daß weniger elastische Körper durch Silikonmassen nahezu formgetreu wiedergegeben werden. Elastische Körper dagegen werden verkleinert reproduziert, da sie durch den Abformvorgang zunächst komprimiert werden. Durch das Bestreben, ihre alte Form wieder anzunehmen (erneuter Abfluß von Masse durch die Perforation) wird die Masse während der Abbindung elastisch beansprucht, was nach Entfernung des Abdrucks durch die elastische Rückstellung zu einer Einengung des Abdrucklumens führt. Durch die unterschiedlichen Resilienzerscheinungen des Prothesenlagers wäre also mit einer zusätzlichen Verkleinerung und Verzerrung des Funktionsabdrucks zu rechnen.
5) Bei mehrschichtigen Abdrücken mit schlechten Abflußbedingungen kommt es zur Verkleinerung der Abdruckhohlform durch Ausweitung des Erstmaterials beim Auspressen des Korrekturmaterials und anschließend eintretendem Dehnungsausgleich. Die Kompression des Erstmaterials und damit die Einengung des Lumens ist um so größer, je schlechter die Abflußbedingungen sind, je weicher das Erstmaterial und je visköser die Korrekturmasse ist (P. LUDWIG (26). - Daraus ist zu schließen, daß auch beim Funktionsabdruck das Abformverfahren nicht ohne Einfluß auf das Dimensionsverhalten ist, wie es E. KÖRBER und K. LEHMANN (21) u.a. für Abdrücke von bezahnten Kieferabschnitten nachweisen konnten.
6) Die Abbindeschrumpfung; bedingt durch die Vernetzung von Einzelmolekülen und Aneinanderreihung und Vergrösserung von Molekülen.
7) Wie V.K. ILG (16), R. SCHWINDLING (38,40,41,42), H.J. REHBERG (29), R. LOHMILLER (25), P. LUDWIG (26) u.a. feststellten, unterliegen elastomere Abformwerkstoffe mit steigender Lagerdauer erhöhten Kontraktionen, die sich asymptotisch einem Grenzwert nähern. Die Kontraktionen

erfolgen nicht gleichmäßig, sondern sind in Richtung voluminöser Abdruckteile stärker ausgeprägt.

8) Da die Messungen nicht direkt an den Abdrücken selbst, sondern an den DUROC-Hartgipsmodellen vorgenommen wurden, gehen die Dimensionsänderungen des Modellmaterials in die Ergebnisse mit ein. Für DUROC wird eine Abbindeexpansion von 0,05 % angegeben.

Wie unsere Untersuchungen zeigen, ist trotz der nicht 100%ig formgerechten Wiedergabe des zahnlosen Kiefers durch die modernen Abdruckmaterialien keine Schädigung des Prothesenlagers in Form von Ulcera, Durchblutungsstörungen, Entstehung von Schlotterkämmen und ähnlichen pathologischen Veränderungen zu befürchten. Die folgenden Schritte, die zur Herstellung einer Prothese notwendig sind, bergen allerdings größere Gefahren der Dimensionsänderung in sich. Neben dem Wachsmodell, das auf Grund des großen thermischen Ausdehnungskoeffizienten zu Formungenauigkeiten und Verspannungen neigt, unterliegt besonders der Prothesenkunststoff einer Formveränderung von ca. 1 % (H. SCHWICKERATH (35), wobei mit der Heißluft-Langzeitpolymerisation wesentlich günstigere Werte als bei der Wasserbad-Schnellpolymerisation erzielt werden. Auch Verarbeitungsfehler wie schlechte Isolierung der Küvette, starker undosierter Pressdruck, forcierte, kurzzeitige Temperaturschwankungen, besonders rasche Abkühlung, können das Formverhalten des Kunststoffs negativ beeinflussen, führen zu Verspannungen und Verwerfungen und damit zu Inkongruenz von Prothese und Prothesenlager (G.JANKE (17).

Auch durch den Gebrauch selbst erleidet die Prothese Formveränderungen; es kommt zu bleibenden Verformungen im Sinne einer Relaxation, die durch Schwinden innerer Spannungen und Deformation schwacher Makromoleküle bedingt ist (R. VOSS (49).

Für Arzt und Patient befriedigende Ergebnisse bei der Versorgung des zahnlosen Mundes besonders in funktioneller Hinsicht sind auf die Dauer nur zu erwarten, wenn die Voraussetzungen dazu durch korrekte und vorschriftsmäßige Ausführung aller notwendigen Arbeitsgänge sowie durch materialgerechte Verarbeitung der zahnärztlichen Werkstoffe geschaffen wurden. Den von vielen Seiten geforderten regelmäßigen Kontrolluntersuchungen, die der Überwachung des Prothesensitzes sowie des Prothesenlagers dienen, möchten wir zustimmen.

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde das Dimensionsverhalten von gummielastischen Abformmaterialien bei Abdrücken von zahnlosen Kieferabschnitten bestimmt. Dazu wurde ein zahnloses Oberkiefermodell aus einer Co-Cr-Mo-Legierung mit eingravierten Meßpunkten hergestellt. Mittels individueller Löffel wurden davon Abdrücke mit 10 verschiedenen irreversiebel-elastischen Materialien bzw. Materialkombinationen genommen und jeweils sofort und nach 48 Stunden Lagerzeit mit Hartgips (DUROC) ausgegossen. Die Längenänderungen der Meßstrecken (Kamm-Strecken, Transversal-Strecken, Sagittal-Strecken) wurden an Gipsmodellen mit dem Universal-Meßmikroskop der Firma ZEISS bestimmt. Es ergaben sich sowohl bei den ungelagerten wie auch bei den 48 Stunden alten Abdrücken Abweichungen vom Original.
Die ungelagerten Abdrücke waren bei unterschiedlichem Verhalten der Kamm-Strecken durchschnittlich zu schmal und zu lang, lediglich der STA-SEAL / SILASOFT- und der STENTS-Futterabdruck waren zu schmal und zu kurz. Die aus allen Meßstrecken gemittelten prozentualen Abweichungen vom Sollwert lagen je nach Material zwischen 0,15 % (Minimum) und 0,24 % (Maximum).
Die 48 Stunden alten Abdrücke zeigten eine Verschlechterung des Formverhaltens gegenüber den ungelagerten Abdrücken. Die mittleren prozentualen Abweichungen vom Sollwert lagen je nach Material zwischen 0,17 % und 0,27 %.
Die Abdrücke waren nach 48 Stunden sowohl zu schmal und zu kurz als auch zu schmal und zu lang, bei unterschiedlichem Verhalten der Kamm-Strecken. Nur XANTOPREN "FUNCTION"- Abdrücke neigten zu einer leichten Vergrößerung des Abdrucklumens in alle Richtungen, IVOSEAL tendierte zu einer Verbreiterung der beiden vorderen Kieferdrittel. Die Formänderungen wurden u.a. auf die Abbindeschrumpfung durch Vernetzung von Einzelmolekülen, die Entspannung der Abdrückmasse in das Abdrucklumen durch elastische Beanspruchung des Materials, sowie auf die von der Materialschichtdicke

und Lagerdauer abhängigen Schrumpfungstendenz der geprüften elastomeren Abformwerkstoffe zurückgeführt.
Aus dieser Untersuchung geht hervor, daß alle verarbeiteten Abformmassen auf Grund der geringen Formänderung von weniger als 0,3 % nach 48 Stunden zur Abformung zahnloser Kieferabschnitte geeignet erscheinen und weitgehend originalgetreue Modelle liefern.

## VII. LITERATURVERZEICHNIS


1. AHRENS, G. und NAUJOKS, R. — Vergleichende Untersuchungen an elastischen Abdruckmaterialien für die indirekte Inlaytechnik Dtsch.zahnärztl.Z.16, 472-478 (1961)

2. ANDRYSEK, K. — Über das Abformen elastischer Körper mittels elastischer Abformmassen auf Silikonbasis Dtsch.Zahnärztebl.16, 619-622 (1962)

3. ANDRYSEK, K. — Über die Anwendung von Abformmassen auf Silikonbasis Zahnärztl. Praxis 13, 105 (1962)

4. BALTERS, W. — Der Funktionsabdruck Dtsch.Vjschr.Zahnheilk. 64-72 (1922)

5. BERGMANN, H. und KÖRBER, E. — Untersuchungen für neue Abdruckmethoden für Kronen und Brückenersatz Dtsch.zahnärztl.Z.21, 944-948 (1966)

6. CAVALLI-SFORZA, L. — Biometrie, Grundzüge biologisch-medizinischer Statistik 2.Aufl. Gustav Fischer Verl. Stuttgart (1969)

7. FISCHER, K. — Resilienzerscheinungen beim Abformen des zahnlosen Oberkiefers Med.Diss.Tübingen (1958)

8. FISCHER, R. — Untersuchungen über die Abhängigkeit des Funktionsrandes von der Abdruckmethode und des Abformwerkstoffes Med.Diss.Tübingen (1968)

9. FRÖHLICH, E. — Das Verhalten des Kieferknochens unter dem Einfluß der schleimhautgetragenen Plattenprothese Dtsch.zahnärztl.Z. 5,1222-1240(1950)

10. GASSER, F. — Auswirkungen von Prothesen auf die Gewebe des Prothesenbettes Dtsch.zahnärztl.Z.25, 784-792 (1970)

11. GÖTTE, H. — Detailgetreue oder polierte Prothesenbasis? Zahnärztl. Praxis 14, 241-243 (1963)

12. HERMANN, D. — Der Einfluß unterschiedlicher Abdruckverfahren auf die Belastungsverteilung unter Oberkiefer-Totalprothesen. Med.Diss.Tübingen (1964)

13. HOFMANN, M. — Die Abformung des Kronenstumpfes und das Arbeitsmodell. Dtsch.zahnärztl.Z.22, 1288-1295(1967)

14. HOFMANN, M. und LEHMANN, K. — Ein Beitrag zur Rationalisierung des Funktionsabdrucks. Dtsch.Zahnärztebl. 21,163-174 (1967)

15. HROMATKA, A. — Der Schluckabdruck. Ein Beitrag zum Haftproblem der Unterkieferprothese. Ost.Z.Stomat. 51, 428-431 (1954)

16. ILG, V.K. — Untersuchungen zum Dimensionsverhalten der Silicone-Abdruckmassen Teil IX. Dtsch.zahnärztl.Z.15,1202-1209(1960)

17. JANKE, G. — Die Abhängigkeit der Protheseneigenschaften von der Laborverarbeitung. Dtsch.zahnärztl.Z.10,1437-1443(1955)

18. JANKE, G. — Das Spritzverfahren zur Herstellung von Kunststoffprothesen. Dtsch.zahnärztl.Z.17,1057-1070(1962)

19. KANTOROWICZ, A. — Der Saugeabdruck. Zahnärztl. Rdsch. 647-654, 1926

20. KOBES, L. — Kritik der Abformmethoden des zahnlosen Unterkiefers. Dtsch.zahnärztl.Z.18, 449-459 (1963)

21. KÖRBER, E. und LEHMANN, K. — Vergleichende Untersuchungen bei Abdruckmaterialien für Kronen und Brücken. Dtsch.zahnärztl.Z.24, 791-797 (1969)

22. LANGE, G. — Vergleichende Untersuchungen über Modellmaterialien für Kronen und Brücken. Med.Diss.Tübingen (1972)

23. LANGER, H. — Die Prothesen Intoleranz der Mundschleimhaut. Dtsch.zahnärztl.Z.15, 849-852 (1960)

24. LEHMANN, H. Ein Beitrag zum Verhalten der Mundschleimhaut unter Prothesen Dtsch.Zahnärztebl.15, 181-185 (1961)

25. LOHMILLER, R. Über die Genauigkeit des Korrekturabdrucks Med.Diss.Tübingen (1966)

26. LUDWIG, P. Über das Volumenverhalten verschiedener Abdruckwerkstoffe im Hinblick auf ihre Eignung für das Korrekturverfahren Med.Diss.Tübingen (1967)

27. MARXKORS, R. Welche Abdruckpasten sind für die Abdrucknahme des unbezahnten Oberkiefers zweckmäßig? Dtsch.Zahnärztebl.16,463-465 (1962)

28. PEUTSCH, W. Die Muco-Seal-Extensionsprothese Öst.Z.Stomat. 51, 287-290 (1954)

29. REHBERG, H.J. Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und klinischer Anwendung elastomerer Abformmassen Dtsch.Zahnärztebl. 23, 61-67 (1969)

30. REHBERG, H.J. Die Quintessenz der zahnärztlichen Abformhilfsmittel Buch- und Zeitschriftenverlag "Die Quintessenz", Berlin (1971)

31. REITHER, W. Die Auswirkung der Prothese auf die Mundschleimhaut Dtsch.Zahnärztbl. 21, 120-131 (1967)

32. REHM, H. Abdruckverfahren bei zahnlosem Ober- und Unterkiefer 3. Aufl. Hermann Meusser Verl. Leipzig (1935)

33. SCHILLER, F. Der individuelle Abdruck Zahnärztl.Prax. 17, 165-167 (1966)

34. SCHREINEMAKERS, J. Die Rationalisierung der Abdruckgewinnung zur Herstellung totaler Prothesen Dtsch.zahnärztl.Z. 15,1632-1641(1960)

35. SCHWICKERATH, H. Zur Frage der Formveränderung Zahnärztl. Welt 67, 287-288 (1966)

36. SCHWINDLING, R. Über die Formveränderung der unmittelbar nach der Abdrucknahme mit Gips ausgegossenen Alginatabdruckmasse und ihre Ursache Dtsch.zahnärztl.Z. 6,1199-1211(1951)

37. SCHWINDLING, R. Alginatabdruckmasse und individueller Löffel Dtsch.zahnärztl.Z.12,1547-1552(1957)

38. SCHWINDLING, R. Indirekte Bestimmung des Dimensionsverhaltens von Silicon-Abdruckmassen Stoma(Heidelb) 13, 121-127 (1960)

39. SCHWINDLING, R. Abformmaterialien und -methoden für Kronen und Brückenersatz Zahnärztl. Welt 66, 423-429 (1965)

40. SCHWINDLING, R. Die Abformung mit silikonhaltigen Abformmassen Dtsch.zahnärztl.Z. 21, 930-936(1966)

41. SCHWINDLING, R. Lineare Dimensionsveränderungen elastischer Silikonstoffe für das Doppelabdruckverfahren Zahnärztl. Welt-Rdsch.79,771-776 (1970)

42. SCHWINDLING, R. Das Messen von Dimensionsveränderungen an elastomeren Abformwerkstoffen Dtsch.zahnärztl.Z. 25,710-716 (1970)

43. SPRENG, M. Der Kauabdruck 2. Aufl., Verl. Urban und Schwarzenberg, München-Berlin (1953)

44. STAEGEMANN, G. Der Prothesenschaden der Schleimhaut im histologischen Bild Dtsch.zahnärztl.Z.15,1061-1069(1960)

45. STÜBEN, J. und HOPPE, W.F. Über die Verwendung gummielastischer Materialien bei der indirekten Methode zur Herstellung von Gußfüllungen Dtsch.zahnärztl.Z16,716-721 (1961)

46. TRACKSDORF, H. Über ein neues Verfahren zur Herstellung einer totalen Saugfunktionsprothese (Extensionsprothese) Zahnärztl.Welt 59, 153-155 (1958)

47. VAN THIEL, H. Über das Abdrucknehmen für Prothesen
Dtsch.zahnärztl.Wschr.36,1223-1228 (1933)

48. VAN THIEL, H. Über vergleichende Untersuchungen an Gipsmodellen Zahnloser
Dtsch.Zahnärztebl. 13,341-347 (1959)

49. VOSS, R. Der Einfluß der Elastizität besonders der elastischen Nachwirkung der Prothesenwerkstoffe auf das Verhalten der Prothesen und das tragende Gewebe
Dtsch.zahnärztl.Z.12,1474-1479(1957)

50. VOSS, R. Über die Abdruckgenauigkeit
Dtsch.zahnärztl.Z.15,1066-1072 (1960)

51. WILD, H. zit. aus Böttger-Häupl-Kirsten Zahnärztl.Prothetik, 2. Aufl.Ambrosius Barth Verl. Leipzig (1965)

52. WINDECKER, D. Die Abformung des Prothesenlagers für den Modell-Einstückguß
Zahnärztl.Welt 63,125-131 (1962)

53. ZEHM, S. Der Funktionsabdruck des zahnlosen Unterkiefers im Querschnittsbild
Dtsch.Zahnärztebl.11, 823.829 (1957)

## VIII. ZUSAMMENSTELLUNG DER MESSPROTOKOLLE

Erläuterung der Abkürzungen:

| | |
|---|---|
| Strecke K 1 bis K 12 | = 12 Kamm-Strecken |
| T 1 bis T 6 | = 6 Transversal-Strecken |
| S 1 bis S 5 | = 5 Sagittal-Strecken |
| SW | = Sollwerte der Meßstrecken des Urmodells in Millimetern |
| Modell A1, B1, C1, D1, E1 | = Istwerte in Millimetern der jeweils 2mal ausgemessenen Meßstrecken bei Abdrücken(A-E) mit 0 Stunden Lagerzeit |
| Modell A2, B2, C2, D2, E2 | = Istwerte in Millimetern der jeweils 2mal ausgemessenen Meßstrecken bei Abdrücken(A-E) mit 48 Stunden Lagerzeit |

| Strecke | SW | Modell A1 | | B1 | | C1 | | D1 | | E1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,32 | 14,34 | 14,33 | 14,33 | 14,29 | 14,28 | 14,35 | 14,33 | 14,39 | 14,37 |
| K 2 | 11,01 | 11,01 | 11,01 | 11,04 | 11,02 | 11,05 | 11,04 | 11,03 | 11,02 | 11,02 | 11,01 |
| K 3 | 10,05 | 10,05 | 10,05 | 10,01 | 10,01 | 10,01 | 10,02 | 10,08 | 10,08 | 10,09 | 10,08 |
| K 4 | 9,11 | 9,13 | 9,12 | 9,12 | 9,11 | 9,13 | 9,11 | 9,13 | 9,13 | 9,14 | 9,12 |
| K 5 | 9,36 | 9,31 | 9,31 | 9,31 | 9,30 | 9,29 | 9,27 | 9,29 | 9,30 | 9,27 | 9,27 |
| K 6 | 7,34 | 7,36 | 7,36 | 7,34 | 7,32 | 7,38 | 7,37 | 7,35 | 7,36 | 7,39 | 7,38 |
| K 7 | 6,69 | 6,71 | 6,72 | 6,72 | 6,70 | 6,72 | 6,73 | 6,73 | 6,73 | 6,67 | 6,67 |
| K 8 | 10,20 | 10,18 | 10,16 | 10,14 | 10,14 | 10,14 | 10,16 | 10,17 | 10,17 | 10,20 | 10,19 |
| K 9 | 8,52 | 8,57 | 8,58 | 8,54 | 8,54 | 8,54 | 8,53 | 8,53 | 8,54 | 8,58 | 8,59 |
| K10 | 11,80 | 11,77 | 11,78 | 11,69 | 11,72 | 11,78 | 11,77 | 11,78 | 11,76 | 11,80 | 11,78 |
| K11 | 12,09 | 12,07 | 12,06 | 12,13 | 12,14 | 12,12 | 12,12 | 12,09 | 12,08 | 12,05 | 12,07 |
| K12 | 12,32 | 12,33 | 12,33 | 12,30 | 12,30 | 12,39 | 12,37 | 12,33 | 12,31 | 12,28 | 12,30 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | 13,98 | 14,02 | 14,02 | 13,98 | 13,98 | 13,99 | 14,00 | 13,99 | 13,99 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | 30,10 | 30,11 | 30,11 | 30,14 | 30,14 | 30,12 | 30,09 | 30,12 | 30,11 |
| T 3 | 38,02 | 37,99 | 38,01 | 38,01 | 37,99 | 38,00 | 38,01 | 37,96 | 37,96 | 37,98 | 37,97 |
| T 4 | 43,47 | 43,47 | 43,46 | 43,44 | 43,45 | 43,41 | 43,40 | 43,52 | 43,53 | 43,43 | 43,45 |
| T 5 | 43,34 | 43,37 | 43,36 | 43,28 | 43,28 | 43,33 | 43,33 | 43,29 | 43,31 | 43,31 | 43,30 |
| T 6 | 43,43 | 43,32 | 43,33 | 43,35 | 43,34 | 43,36 | 43,34 | 43,37 | 43,37 | 43,35 | 43,33 |
| S 1 | 42,17 | 42,15 | 42,15 | 42,17 | 42,16 | 42,19 | 42,19 | 42,15 | 42,16 | 42,07 | 42,09 |
| S 2 | 47,30 | 47,26 | 47,26 | 47,25 | 47,25 | 47,33 | 47,33 | 47,32 | 47,32 | 47,14 | 47,14 |
| S 3 | 49,60 | 49,57 | 49,56 | 49,47 | 49,46 | 49,64 | 49,64 | 49,62 | 49,62 | 49,42 | 49,42 |
| S 4 | 47,53 | 47,49 | 47,48 | 47,43 | 47,43 | 47,51 | 47,51 | 47,52 | 47,53 | 47,39 | 47,40 |
| S 5 | 43,01 | 42,99 | 42,99 | 42,97 | 42,98 | 43,02 | 43,02 | 43,00 | 43,00 | 42,94 | 42,95 |

1a) STA-SEAL / SILASOFT, 0 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A2 | | B2 | | C2 | | D2 | | E2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,28 | 14,27 | 14,34 | 14,34 | 14,35 | 14,35 | 14,33 | 14,32 | 14,32 | 14,32 |
| K 2 | 11,01 | 11,05 | 11,04 | 11,03 | 11,04 | 11,00 | 11,00 | 11,02 | 11,02 | 11,01 | 11,01 |
| K 3 | 10,05 | 10,00 | 10,02 | 10,06 | 10,07 | 10,02 | 10,02 | 10,06 | 10,05 | 10,02 | 10,02 |
| K 4 | 9,11 | 9,06 | 9,07 | 9,14 | 9,13 | 9,15 | 9,13 | 9,13 | 9,12 | 9,08 | 9,07 |
| K 5 | 9,36 | 9,28 | 9,30 | 9,33 | 9,34 | 9,28 | 9,29 | 9,29 | 9,29 | 9,28 | 9,29 |
| K 6 | 7,34 | 7,33 | 7,33 | 7,34 | 7,34 | 7,34 | 7,33 | 7,35 | 7,36 | 7,35 | 7,34 |
| K 7 | 6,69 | 6,72 | 6,72 | 6,71 | 6,71 | 6,70 | 6,71 | 6,71 | 6,71 | 6,72 | 6,72 |
| K 8 | 10,20 | 10,12 | 10,12 | 10,15 | 10,13 | 10,13 | 10,14 | 10,18 | 10,18 | 10,18 | 10,18 |
| K 9 | 8,52 | 8,56 | 8,57 | 8,56 | 8,56 | 8,57 | 8,58 | 8,57 | 8,58 | 8,61 | 8,61 |
| K10 | 11,80 | 11,77 | 11,76 | 11,78 | 11,77 | 11,80 | 11,80 | 11,75 | 11,75 | 11,73 | 11,74 |
| K11 | 12,09 | 12,06 | 12,07 | 12,06 | 12,08 | 12,03 | 12,03 | 12,08 | 12,08 | 12,12 | 12,12 |
| K12 | 12,32 | 12,35 | 12,36 | 12,28 | 12,26 | 12,28 | 12,29 | 12,34 | 12,35 | 12,31 | 12,31 |
| T 1 | 13,96 | 14,01 | 14,02 | 14,04 | 14,03 | 14,00 | 14,00 | 13,98 | 13,97 | 13,99 | 14,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,12 | 30,12 | 30,10 | 30,09 | 30,11 | 30,11 | 30,11 | 30,11 | 30,12 | 30,13 |
| T 3 | 38,02 | 37,96 | 37,95 | 38,01 | 37,99 | 38,01 | 38,02 | 37,97 | 37,98 | 37,99 | 37,98 |
| T 4 | 43,47 | 43,45 | 43,45 | 43,40 | 43,42 | 43,42 | 43,41 | 43,46 | 43,45 | 43,45 | 43,46 |
| T 5 | 43,34 | 43,29 | 43,30 | 43,31 | 43,31 | 43,27 | 43,27 | 43,33 | 43,33 | 43,31 | 43,33 |
| T 6 | 43,43 | 43,32 | 43,31 | 43,31 | 43,30 | 43,28 | 43,27 | 43,33 | 43,33 | 43,30 | 43,31 |
| S 1 | 42,17 | 42,23 | 42,24 | 42,16 | 42,15 | 42,14 | 42,16 | 42,27 | 42,27 | 42,15 | 42,15 |
| S 2 | 47,30 | 47,37 | 47,36 | 42,29 | 42,30 | 47,27 | 47,26 | 47,47 | 47,48 | 47,33 | 47,33 |
| S 3 | 49,60 | 49,70 | 49,71 | 49,57 | 49,56 | 49,43 | 49,45 | 49,83 | 49,82 | 49,60 | 49,62 |
| S 4 | 47,53 | 47,56 | 47,54 | 47,24 | 47,25 | 47,41 | 47,41 | 47,69 | 47,69 | 47,54 | 47,56 |
| S 5 | 43,01 | 43,05 | 43,05 | 42,98 | 42,98 | 42,97 | 42,96 | 43,08 | 43,07 | 42,97 | 42,98 |

1b) STA-SEAL / SILASOFT, 48 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A1 | | B1 | | C1 | | D1 | | E1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,31 | 14,31 | 14,32 | 14,33 | 14,30 | 14,29 | 14,39 | 14,39 | 14,29 | 14,28 |
| K 2 | 11,01 | 11,06 | 11,06 | 11,05 | 11,04 | 11,02 | 11,03 | 11,03 | 11,03 | 11,03 | 11,04 |
| K 3 | 10,05 | 10,06 | 10,05 | 10,04 | 10,04 | 10,00 | 9,99 | 10,05 | 10,06 | 9,97 | 9,98 |
| K 4 | 9,11 | 9,14 | 9,15 | 9,11 | 9,12 | 9,06 | 9,05 | 9,12 | 9,11 | 9,09 | 9,10 |
| K 5 | 9,36 | 9,30 | 9,31 | 9,29 | 9,29 | 9,29 | 9,30 | 9,28 | 9,29 | 9,31 | 9,30 |
| K 6 | 7,34 | 7,34 | 7,35 | 7,35 | 7,34 | 7,34 | 7,33 | 7,32 | 7,31 | 7,34 | 7,34 |
| K 7 | 6,69 | 6,73 | 6,74 | 6,74 | 6,75 | 6,74 | 6,74 | 6,71 | 6,72 | 6,72 | 6,71 |
| K 8 | 10,20 | 10,16 | 10,17 | 10,15 | 10,15 | 10,15 | 10,16 | 10,23 | 10,22 | 10,17 | 10,17 |
| K 9 | 8,52 | 8,54 | 8,54 | 8,58 | 8,58 | 8,53 | 8,53 | 8,58 | 8,59 | 8,58 | 8,57 |
| K10 | 11,80 | 11,80 | 11,80 | 11,77 | 11,76 | 11,71 | 11,71 | 11,80 | 11,80 | 11,73 | 11,73 |
| K11 | 12,09 | 12,07 | 12,07 | 12,13 | 12,13 | 12,07 | 12,08 | 12,08 | 12,07 | 12,13 | 12,14 |
| K12 | 12,32 | 12,36 | 12,36 | 12,42 | 12,42 | 12,37 | 12,37 | 12,34 | 12,33 | 12,35 | 12,35 |
| T 1 | 13,96 | 13,95 | 13,94 | 13,98 | 13,99 | 13,96 | 13,97 | 13,97 | 13,97 | 13,99 | 14,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,10 | 30,10 | 30,11 | 30,11 | 30,13 | 30,13 | 30,13 | 30,13 | 30,10 | 30,10 |
| T 3 | 38,02 | 37,97 | 37,96 | 37,97 | 37,97 | 38,00 | 37,99 | 37,98 | 37,99 | 38,01 | 38,01 |
| T 4 | 43,47 | 43,46 | 43,47 | 43,42 | 43,43 | 43,42 | 43,42 | 43,41 | 43,41 | 43,42 | 43,44 |
| T 5 | 43,34 | 43,29 | 43,30 | 43,28 | 43,29 | 43,25 | 43,24 | 43,26 | 43,24 | 43,30 | 43,32 |
| T 6 | 43,43 | 43,32 | 43,32 | 43,32 | 43,34 | 43,29 | 43,28 | 43,33 | 43,32 | 43,48 | 43,47 |
| S 1 | 42,17 | 42,23 | 42,22 | 42,26 | 42,26 | 42,29 | 42,27 | 42,11 | 42,12 | 42,19 | 42,19 |
| S 2 | 47,30 | 37,39 | 47,38 | 47,44 | 47,43 | 47,44 | 47,43 | 47,21 | 47,20 | 47,33 | 47,33 |
| S 3 | 49,60 | 49,65 | 49,66 | 49,73 | 49,71 | 49,74 | 49,73 | 49,49 | 49,48 | 49,61 | 49,61 |
| S 4 | 47,53 | 47,59 | 47,57 | 47,65 | 47,65 | 47,69 | 47,69 | 47,43 | 47,42 | 47,50 | 47,49 |
| S 5 | 43,01 | 42,97 | 42,99 | 43,06 | 43,06 | 43,04 | 43,05 | 42,91 | 42,92 | 43,00 | 43,00 |

2a) SILAPLAST / STA-SEAL / SILASOFT, 0 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A2 | | B2 | | C2 | | D2 | | E2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,28 | 14,27 | 14,30 | 14,31 | 14,26 | 14,28 | 14,37 | 14,35 | 14,28 | 14,27 |
| K 2 | 11,01 | 11,01 | 11,01 | 10,98 | 10,97 | 11,03 | 11,02 | 11,02 | 11,01 | 11,02 | 11,02 |
| K 3 | 10,05 | 10,04 | 10,02 | 10,00 | 10,00 | 10,01 | 10,00 | 10,03 | 10,03 | 10,03 | 10,04 |
| K 4 | 9,11 | 9,12 | 9,12 | 9,11 | 9,11 | 9,08 | 9,08 | 9,10 | 9,11 | 9,13 | 9,13 |
| K 5 | 9,36 | 9,30 | 9,29 | 9,32 | 9,31 | 9,27 | 9,28 | 9,30 | 9,29 | 9,28 | 9,27 |
| K 6 | 7,34 | 7,35 | 7,36 | 7,35 | 7,36 | 7,32 | 7,33 | 7,35 | 7,35 | 7,37 | 7,38 |
| K 7 | 6,69 | 6,72 | 6,74 | 6,74 | 6,73 | 6,72 | 6,72 | 6,73 | 6,73 | 6,72 | 6,72 |
| K 8 | 10,20 | 10,14 | 10,16 | 10,19 | 10,18 | 10,14 | 10,16 | 10,16 | 10,15 | 10,11 | 10,12 |
| K 9 | 8,52 | 8,56 | 8,55 | 8,51 | 8,50 | 8,58 | 8,59 | 8,53 | 8,53 | 8,56 | 8,55 |
| K10 | 11,80 | 11,80 | 11,79 | 11,73 | 11,74 | 11,74 | 11,77 | 11,77 | 11,77 | 11,72 | 11,71 |
| K11 | 12,09 | 12,10 | 12,09 | 12,09 | 12,10 | 12,13 | 12,13 | 12,09 | 12,08 | 12,12 | 12,12 |
| K12 | 12,32 | 12,28 | 12,26 | 12,33 | 12,34 | 12,34 | 12,35 | 12,28 | 12,26 | 12,31 | 12,32 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | 13,98 | 13,99 | 13,99 | 13,97 | 13,96 | 13,98 | 13,96 | 13,99 | 13,98 |
| T 2 | 30,15 | 30,08 | 30,07 | 30,09 | 30,09 | 30,07 | 30,09 | 30,08 | 30,07 | 30,05 | 30,06 |
| T 3 | 38,02 | 38,02 | 38,01 | 37,99 | 37,98 | 37,96 | 37,97 | 38,03 | 38,03 | 37,96 | 37,97 |
| T 4 | 43,47 | 43,45 | 43,44 | 43,45 | 43,45 | 43,40 | 43,39 | 43,41 | 43,41 | 43,41 | 43,42 |
| T 5 | 43,34 | 43,28 | 43,28 | 43,29 | 43,30 | 43,29 | 43,28 | 43,25 | 43,24 | 43,27 | 43,25 |
| T 6 | 43,43 | 43,30 | 43,31 | 43,27 | 43,28 | 43,28 | 43,28 | 43,28 | 43,28 | 43,39 | 43,39 |
| S 1 | 42,17 | 42,06 | 42,05 | 42,05 | 42,04 | 42,20 | 42,20 | 42,02 | 42,02 | 42,08 | 42,08 |
| S 2 | 47,30 | 47,41 | 47,42 | 47,15 | 47,14 | 47,33 | 47,35 | 47,29 | 47,31 | 47,18 | 47,19 |
| S 3 | 49,60 | 49,44 | 49,43 | 49,41 | 49,43 | 49,64 | 49,65 | 49,38 | 49,35 | 49,46 | 49,45 |
| S 4 | 47,53 | 47,63 | 47,64 | 47,36 | 47,35 | 47,58 | 47,58 | 47,33 | 47,33 | 47,40 | 47,39 |
| S 5 | 43,01 | 42,89 | 42,89 | 42,85 | 42,87 | 43,05 | 43,04 | 42,85 | 42,85 | 43,00 | 43,00 |

2b) SILAPLAST / STA-SEAL / SILASOFT, 48 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A1 | | B1 | | C1 | | D1 | | E1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,37 | 14,36 | 14,27 | 14,28 | 14,29 | 14,28 | 14,33 | 14,32 | 14,32 | 14,32 |
| K 2 | 11,01 | 10,98 | 10,99 | 11,01 | 11,00 | 11,03 | 11,01 | 11,01 | 11,02 | 11,01 | 11,01 |
| K 3 | 10,05 | 10,05 | 10,03 | 10,05 | 10,06 | 9,98 | 9,99 | 10,03 | 10,02 | 10,02 | 10,02 |
| K 4 | 9,11 | 9,10 | 9,09 | 9,14 | 9,14 | 9,09 | 9,08 | 9,14 | 9,12 | 9,15 | 9,16 |
| K 5 | 9,36 | 9,32 | 9,31 | 9,30 | 9,30 | 9,30 | 9,29 | 9,32 | 9,34 | 9,30 | 9,30 |
| K 6 | 7,34 | 7,37 | 7,36 | 7,38 | 7,38 | 7,35 | 7,34 | 7,34 | 7,38 | 7,35 | 7,36 |
| K 7 | 6,69 | 6,72 | 6,33 | 6,74 | 6,74 | 6,73 | 6,73 | 6,72 | 6,74 | 6,76 | 6,76 |
| K 8 | 10,20 | 10,12 | 10,11 | 10,17 | 10,16 | 10,16 | 10,17 | 10,19 | 10,19 | 10,13 | 10,12 |
| K 9 | 8,52 | 8,57 | 8,57 | 8,51 | 8,50 | 8,50 | 8,50 | 8,55 | 8,54 | 8,57 | 8,56 |
| K10 | 11,80 | 11,77 | 11,76 | 11,79 | 11,79 | 11,71 | 11,71 | 11,71 | 11,73 | 11,74 | 11,73 |
| K11 | 12,09 | 12,11 | 12,10 | 12,06 | 12,08 | 12,09 | 12,09 | 12,14 | 12,14 | 12,08 | 12,09 |
| K12 | 12,32 | 12,36 | 12,34 | 12,38 | 12,37 | 12,36 | 12,36 | 12,38 | 12,37 | 12,34 | 12,32 |
| T 1 | 13,96 | 14,01 | 14,00 | 13,99 | 13,99 | 13,99 | 13,97 | 13,97 | 13,96 | 14,03 | 14,02 |
| T 2 | 30,15 | 30,08 | 30,07 | 30,08 | 30,09 | 30,06 | 30,07 | 30,10 | 30,11 | 30,13 | 30,13 |
| T 3 | 38,02 | 37,96 | 37,96 | 37,96 | 37,98 | 37,97 | 37,96 | 37,97 | 37,97 | 37,95 | 37,94 |
| T 4 | 43,47 | 43,42 | 43,41 | 43,43 | 43,42 | 43,43 | 43,44 | 43,45 | 43,46 | 43,40 | 43,40 |
| T 5 | 43,34 | 43,21 | 43.21 | 43,23 | 43,23 | 43,26 | 43,25 | 43,27 | 43,28 | 43,31 | 43,31 |
| T 6 | 43,43 | 43,28 | 43,28 | 43,31 | 43,32 | 43,34 | 43,35 | 43,36 | 43,37 | 43,27 | 43,27 |
| S 1 | 42,17 | 42,13 | 42,12 | 42,14 | 42,15 | 42,09 | 42,08 | 42,23 | 42,23 | 42,11 | 42,12 |
| S 2 | 47,30 | 47,25 | 47,25 | 47,34 | 47,35 | 47,15 | 47,16 | 47,36 | 47,34 | 47,21 | 47,22 |
| S 3 | 49,60 | 49,52 | 49,51 | 49,64 | 49,63 | 49,47 | 49,46 | 49,69 | 49,69 | 49,50 | 49,52 |
| S 4 | 47,53 | 47,47 | 47,54 | 47,54 | 47,41 | 47,41 | 47,62 | 47,62 | 47,62 | 47,47 | 47,47 |
| S 5 | 43,01 | 42,97 | 42,97 | 42,94 | 42,96 | 42,94 | 42,93 | 43,03 | 43,04 | 42,98 | 42,98 |

3a) STENTS / STA-SEAL / SILASOFT, 0 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A2 | | B2 | | C2 | | D2 | | E2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,34 | 14,36 | 14,32 | 14,32 | 14,28 | 14,28 | 14,32 | 14,33 | 14,35 | 14,35 |
| K 2 | 11,01 | 10,99 | 11,00 | 11,03 | 11,03 | 11,01 | 11,01 | 11,00 | 10,99 | 11,00 | 10,99 |
| K 3 | 10,05 | 10,04 | 10,04 | 10,00 | 9,99 | 9,99 | 9,97 | 9,99 | 9,99 | 10,04 | 10,03 |
| K 4 | 9,11 | 9,06 | 9,06 | 9,10 | 9,10 | 9,05 | 9,07 | 9,06 | 9,06 | 9,09 | 9,08 |
| K 5 | 9,36 | 9,27 | 9,26 | 9,27 | 9,26 | 9,32 | 9,30 | 9,33 | 9,33 | 9,30 | 9,30 |
| K 6 | 7,34 | 7,34 | 7,36 | 7,39 | 7,37 | 7,36 | 7,35 | 7,36 | 7,36 | 7,33 | 7,34 |
| K 7 | 6,69 | 6,70 | 6,70 | 6,77 | 6,76 | 6,74 | 6,73 | 6,75 | 6,74 | 6,77 | 6,76 |
| K 8 | 10,20 | 10,16 | 10,18 | 10,13 | 10,14 | 10,11 | 10,13 | 10,20 | 10,20 | 10,17 | 10,15 |
| K 9 | 8,52 | 8,50 | 8,52 | 8,57 | 8,58 | 8,58 | 8,59 | 8,54 | 8,55 | 8,60 | 8,59 |
| K10 | 11,80 | 11,79 | 11,80 | 11,76 | 11,76 | 11,72 | 11,71 | 11,75 | 11,74 | 11,67 | 11,68 |
| K11 | 12,09 | 12,07 | 12,06 | 12,13 | 12,13 | 12,07 | 12,06 | 12,14 | 12,13 | 12,08 | 12,09 |
| K12 | 12,32 | 12,40 | 12,41 | 12,34 | 12,34 | 12,30 | 12,31 | 12,28 | 12,28 | 12,33 | 12,33 |
| T 1 | 13,96 | 14,02 | 14,02 | 13,97 | 13,99 | 14,02 | 14,00 | 13,99 | 13,98 | 13,98 | 13,97 |
| T 2 | 30,15 | 30,14 | 30,14 | 30,12 | 30,11 | 30,10 | 30,11 | 30,12 | 30,11 | 30,08 | 30,08 |
| T 3 | 38,02 | 38,01 | 38,01 | 37,96 | 37,95 | 37,96 | 37,97 | 37,99 | 37,99 | 37,97 | 37,97 |
| T 4 | 43,47 | 43,42 | 43,41 | 43,42 | 43,44 | 43,44 | 43,43 | 43,45 | 43,45 | 43,44 | 43,43 |
| T 5 | 43,34 | 43,23 | 43,24 | 43,23 | 43,22 | 43,24 | 43,25 | 43,24 | 43,23 | 43,26 | 43,24 |
| T 6 | 43,43 | 43,42 | 43,41 | 43,32 | 43,32 | 43,30 | 43,30 | 43,30 | 43,31 | 43,23 | 43,25 |
| S 1 | 42,17 | 42,27 | 42,27 | 42,16 | 42,15 | 42,10 | 42,12 | 42,06 | 42,06 | 42,06 | 42,08 |
| S 2 | 47,30 | 47,43 | 47,41 | 47,25 | 47,25 | 47,23 | 47,22 | 47,12 | 47,13 | 47,20 | 47,18 |
| S 3 | 49,60 | 49,72 | 49,72 | 49,63 | 49,62 | 49,49 | 49,49 | 49,40 | 49,39 | 49,46 | 49,46 |
| S 4 | 47,53 | 47,68 | 47,68 | 47,54 | 47,51 | 47,44 | 47,44 | 47,34 | 47,36 | 47,40 | 47,39 |
| S 5 | 43,01 | 43,07 | 43,08 | 42,98 | 42,97 | 42,95 | 42,96 | 42,85 | 42,86 | 42,94 | 42,93 |

3b) STENTS / STA-SEAL / SILASOFT, 48 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A1 | | B1 | | C1 | | D1 | | E1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,36 | 14,35 | 14,35 | 14,35 | 14,36 | 14,36 | 14,30 | 14,31 | 14,34 | 14,33 |
| K 2 | 11,01 | 11,02 | 11,03 | 11,02 | 11,03 | 11,01 | 11,00 | 11,08 | 11,07 | 11,02 | 11,04 |
| K 3 | 10,05 | 10,03 | 10,02 | 10,06 | 10,06 | 10,06 | 10,05 | 10,13 | 10,14 | 10,06 | 10,05 |
| K 4 | 9,11 | 9,14 | 9,16 | 9,13 | 9,14 | 9,14 | 9,14 | 9,08 | 9,08 | 9,12 | 9,12 |
| K 5 | 9,36 | 9,29 | 9,31 | 9,31 | 9,31 | 9,31 | 9,31 | 9,31 | 9,32 | 9,28 | 9,27 |
| K 6 | 7,34 | 7,36 | 7,34 | 7,37 | 7,37 | 7,34 | 7,34 | 7,34 | 7,33 | 7,34 | 7,35 |
| K 7 | 6,69 | 6,71 | 6,71 | 6,71 | 6,71 | 6,69 | 6,69 | 6,68 | 6,66 | 6,68 | 6,67 |
| K 8 | 10,20 | 10,20 | 10,19 | 10,20 | 10,20 | 10,19 | 10,17 | 10,25 | 10,23 | 10,18 | 10,18 |
| K 9 | 8,52 | 8,52 | 8,51 | 8,52 | 8,52 | 8,52 | 8,52 | 8,57 | 8,56 | 8,55 | 8,55 |
| K10 | 11,80 | 11,79 | 11,80 | 11,77 | 11,78 | 11,83 | 11,84 | 11,83 | 11,84 | 11,79 | 11,79 |
| K11 | 12,09 | 12,06 | 12,07 | 12,08 | 12,07 | 12,02 | 12,01 | 12,04 | 12,04 | 12,08 | 12,09 |
| K12 | 12,32 | 12,36 | 12,39 | 12,32 | 12,33 | 12,30 | 12,30 | 12,44 | 12,45 | 12,31 | 12,31 |
| T 1 | 13,96 | 13,96 | 13,97 | 13,97 | 13,99 | 13,98 | 13,98 | 13,94 | 13,95 | 13,98 | 13,97 |
| T 2 | 30,15 | 30,08 | 30,08 | 30,10 | 30,10 | 30,12 | 30,10 | 30,13 | 30,13 | 30,11 | 30,10 |
| T 3 | 38,02 | 38,18 | 38,17 | 37,99 | 37,97 | 38,10 | 38,09 | 38,07 | 38,06 | 38,01 | 37,99 |
| T 4 | 43,47 | 43,42 | 43,43 | 43,46 | 43,45 | 43,46 | 43,46 | 43,51 | 43,52 | 43,49 | 43,49 |
| T 5 | 43,34 | 43,28 | 43,30 | 43,23 | 43,24 | 43,27 | 43,28 | 43,32 | 43,33 | 43,32 | 43,31 |
| T 6 | 43,43 | 43,34 | 43,33 | 43,32 | 43,33 | 43,31 | 43,30 | 43,36 | 43,36 | 43,32 | 43,31 |
| S 1 | 42,17 | 42,23 | 42,23 | 42,22 | 42,22 | 42,20 | 42,18 | 42,31 | 42,32 | 42,19 | 42,17 |
| S 2 | 47,30 | 47,35 | 47,35 | 47,38 | 47,38 | 47,34 | 47,35 | 47,42 | 47,41 | 47,28 | 47,29 |
| S 3 | 49,60 | 49,63 | 49,64 | 49,72 | 49,71 | 49,67 | 49,67 | 49,75 | 49,74 | 49,57 | 49,57 |
| S 4 | 47,53 | 47,58 | 47,58 | 47,59 | 47,59 | 47,54 | 47,53 | 47,57 | 47,57 | 47,50 | 47,50 |
| S 5 | 43,01 | 43,06 | 43,05 | 43,04 | 43,05 | 42,98 | 42,97 | 43,11 | 43,10 | 42,98 | 42,99 |

4a) XANTOPREN "FUNCTION" / XANTOPREN BLAU, 0 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A2 | | B2 | | C2 | | D2 | | E2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,29 | 14,28 | 14,31 | 14,32 | 14,32 | 14,32 | 14,37 | 14,37 | 14,34 | 14,34 |
| K 2 | 11,01 | 11,03 | 11,03 | 11,03 | 11,03 | 11,03 | 11,03 | 11,04 | 11,01 | 11,02 | 11,03 |
| K 3 | 10,05 | 10,04 | 10,05 | 10,06 | 10,06 | 10,07 | 10,07 | 10,04 | 10,05 | 10,15 | 10,14 |
| K 4 | 9,11 | 9,12 | 9,13 | 9,10 | 9,11 | 9,14 | 9,14 | 9,14 | 9,14 | 9,08 | 9,08 |
| K 5 | 9,36 | 9,31 | 9,32 | 9,28 | 9,29 | 9,29 | 9,27 | 9,27 | 9,27 | 9,28 | 9,28 |
| K 6 | 7,34 | 7,36 | 7,35 | 7,39 | 7,38 | 7,38 | 7,37 | 7,32 | 7,33 | 7,40 | 7,39 |
| K 7 | 6,69 | 6,66 | 6,67 | 6,67 | 6,65 | 6,70 | 6,69 | 6,66 | 6,66 | 6,64 | 6,64 |
| K 8 | 10,20 | 10,18 | 10,20 | 10,16 | 10,17 | 10,19 | 10,18 | 10,12 | 10,12 | 10,20 | 10,19 |
| K 9 | 8,52 | 8,53 | 8,53 | 8,51 | 8,52 | 8,54 | 8,55 | 8,55 | 8,53 | 8,58 | 8,57 |
| K10 | 11,80 | 11,83 | 11,83 | 11,78 | 11,79 | 11,82 | 11,81 | 11,78 | 11,77 | 11,82 | 11,81 |
| K11 | 12,09 | 12,02 | 12,02 | 12,10 | 12,09 | 12,04 | 12,03 | 12,09 | 12,08 | 12,13 | 12,12 |
| K12 | 12,32 | 12,35 | 12,35 | 12,35 | 12,36 | 12,34 | 12,34 | 12,40 | 12,39 | 12,38 | 12,37 |
| T 1 | 13,96 | 13,99 | 13,99 | 14,01 | 14,00 | 14,03 | 14,02 | 14,00 | 13,99 | 14,00 | 14,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,06 | 30,04 | 30,04 | 30,04 | 30,14 | 30,12 | 30,10 | 30,12 | 30,09 | 30,10 |
| T 3 | 38,02 | 38,00 | 38,00 | 38,02 | 38,01 | 38,07 | 38,07 | 38,02 | 38,01 | 38,15 | 38,14 |
| T 4 | 43,47 | 43,41 | 43,41 | 43,43 | 43,43 | 43,51 | 43,52 | 43,53 | 43,52 | 43,59 | 43,58 |
| T 5 | 43,34 | 43,35 | 43,36 | 43,27 | 43,26 | 43,35 | 43,35 | 43,30 | 43,30 | 43,47 | 43,46 |
| T 6 | 43,43 | 43,31 | 43,31 | 43,35 | 43,34 | 43,30 | 43,30 | 43,34 | 43,34 | 43,38 | 43,39 |
| S 1 | 42,17 | 42,17 | 42,18 | 42,15 | 42,14 | 42,18 | 42,18 | 42,21 | 42,20 | 42,32 | 42,33 |
| S 2 | 47,30 | 47,28 | 47,29 | 47,25 | 47,25 | 47,32 | 47,31 | 47,34 | 47,33 | 47,44 | 47,44 |
| S 3 | 49,60 | 49,60 | 49,60 | 49,59 | 49,60 | 49,64 | 49,63 | 49,58 | 49,57 | 49,79 | 49,78 |
| S 4 | 47,53 | 47,51 | 47,51 | 47,50 | 47,50 | 47,55 | 47,54 | 47,45 | 47,47 | 47,67 | 47,66 |
| S 5 | 43,01 | 43,08 | 43,09 | 43,02 | 43,03 | 42,97 | 42,97 | 42,99 | 42,99 | 42,92 | 42,91 |

4b) XANTOPREN "FUNCTION" / XANTOPREN BLAU, 48 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A1 | | B1 | | C1 | | D1 | | E1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,36 | 14,34 | 14,38 | 14,39 | 14,40 | 14,40 | 14,39 | 14,40 | 14,40 | 14,40 |
| K 2 | 11,01 | 11,05 | 11,04 | 11,05 | 11,04 | 11,04 | 11,04 | 11,04 | 11,05 | 11,03 | 11,02 |
| K 3 | 10,05 | 10,07 | 10,07 | 10,03 | 10,05 | 10,03 | 10,04 | 10,08 | 10,07 | 10,07 | 10,07 |
| K 4 | 9,11 | 9,11 | 9,13 | 9,14 | 9,13 | 9,15 | 9,14 | 9,13 | 9,13 | 9,17 | 9,16 |
| K 5 | 9,36 | 9,30 | 9,30 | 9,30 | 9,31 | 9,32 | 9,33 | 9,33 | 9,33 | 9,32 | 9,32 |
| K 6 | 7,34 | 7,35 | 7,36 | 7,37 | 7,38 | 7,35 | 7,35 | 7,40 | 7,38 | 7,39 | 7,40 |
| K 7 | 6,69 | 6,75 | 6,73 | 6,72 | 6,72 | 6,73 | 6,70 | 6,69 | 6,68 | 6,73 | 6,71 |
| K 8 | 10,20 | 10,15 | 10,16 | 10,25 | 10,26 | 10,11 | 10,11 | 10,24 | 10,23 | 10,18 | 10,18 |
| K 9 | 8,52 | 8,56 | 8,57 | 8,58 | 8,58 | 8,61 | 8,60 | 8,54 | 8,52 | 8,53 | 8,54 |
| K10 | 11,80 | 11,75 | 11,75 | 11,79 | 11,80 | 11,81 | 11,80 | 11,80 | 11,81 | 11,80 | 11,79 |
| K11 | 12,09 | 12,13 | 12,14 | 12,12 | 12,12 | 12,08 | 12,08 | 12,07 | 12,08 | 12,07 | 12,08 |
| K12 | 12,32 | 12,37 | 12,37 | 12,42 | 12,43 | 12,41 | 12,42 | 12,41 | 12,41 | 12,35 | 12,34 |
| T 1 | 13,96 | 13,99 | 13,99 | 14,00 | 14,00 | 14,03 | 14,01 | 13,99 | 13,98 | 13,99 | 14,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,14 | 30,15 | 30,11 | 30,12 | 30,11 | 30,12 | 30,06 | 30,07 | 30,13 | 30,13 |
| T 3 | 38,02 | 38,02 | 38,02 | 37,99 | 37,99 | 38,00 | 38,00 | 38,04 | 38,02 | 38,03 | 38,02 |
| T 4 | 43,47 | 43,46 | 43,46 | 43,43 | 43,43 | 43,48 | 43,48 | 43,49 | 43,48 | 43,47 | 43,47 |
| T 5 | 43,34 | 43,30 | 43,30 | 43,39 | 43,39 | 43,38 | 43,37 | 43,32 | 43,33 | 43,34 | 43,33 |
| T 6 | 43,43 | 43,34 | 43,34 | 43,35 | 43,34 | 43,38 | 43,36 | 43,37 | 43,38 | 43,42 | 43,42 |
| S 1 | 42,17 | 42,18 | 42,18 | 42,16 | 42,18 | 42,24 | 42,24 | 42,22 | 42,22 | 42,21 | 42,22 |
| S 2 | 47,30 | 47,29 | 47,28 | 47,26 | 47,27 | 47,35 | 47,34 | 47,36 | 47,36 | 47,31 | 47,31 |
| S 3 | 49,60 | 49,59 | 49,60 | 49,56 | 49,56 | 49,64 | 49,66 | 49,70 | 49,69 | 49,68 | 49,67 |
| S 4 | 47,53 | 47,53 | 47,54 | 47,50 | 47,52 | 47,54 | 47,54 | 47,62 | 47,62 | 47,62 | 47,63 |
| S 5 | 43,01 | 42,99 | 43,01 | 43,04 | 43,03 | 43,06 | 43,06 | 43,06 | 43,06 | 43,10 | 43,09 |

5a) CLAN-PASTE, 0 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A2 | | B2 | | C2 | | D2 | | E2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,41 | 14,37 | 14,38 | 14,39 | 14,41 | 14,40 | 14,39 | 14,39 | 14,40 | 14,38 |
| K 2 | 11,01 | 11,03 | 11,03 | 11,03 | 11,04 | 11,02 | 11,01 | 11,04 | 11,03 | 11,06 | 11,04 |
| K 3 | 10,05 | 10,04 | 10,03 | 10,07 | 10,07 | 10,07 | 10,06 | 10,05 | 10,02 | 10,01 | 10,02 |
| K 4 | 9,11 | 9,11 | 9,15 | 9,11 | 9,10 | 9,15 | 9,15 | 9,12 | 9,12 | 9,14 | 9,13 |
| K 5 | 9,36 | 9,26 | 9,24 | 9,32 | 9,30 | 9,34 | 9,31 | 9,32 | 9,32 | 9,32 | 9,30 |
| K 6 | 7,34 | 7,39 | 7,41 | 7,35 | 7,36 | 7,35 | 7,34 | 7,37 | 7,36 | 7,36 | 7,37 |
| K 7 | 6,69 | 6,74 | 6,74 | 6,75 | 6,75 | 6,72 | 6,70 | 6,72 | 6,73 | 6,68 | 6,68 |
| K 8 | 10,20 | 10,13 | 10,13 | 10,14 | 10,12 | 10,19 | 10,20 | 10,14 | 10,16 | 10,19 | 10,19 |
| K 9 | 8,52 | 8,53 | 8,51 | 8,56 | 8,57 | 8,54 | 8,54 | 8,53 | 8,54 | 8,52 | 8,52 |
| K10 | 11,80 | 11,78 | 11,78 | 11,76 | 11,76 | 11,81 | 11,82 | 11,77 | 11,77 | 11,77 | 11,77 |
| K11 | 12,09 | 12,11 | 12,08 | 12,08 | 12,08 | 12,08 | 12,09 | 12,08 | 12,09 | 12,10 | 12,09 |
| K12 | 12,32 | 12,42 | 12,43 | 12,36 | 12,34 | 12,49 | 12,50 | 12,40 | 12,38 | 12,39 | 12,41 |
| T 1 | 13,96 | 13,93 | 13,93 | 13,99 | 13,99 | 13,97 | 13,97 | 13,97 | 14,00 | 13,99 | 14,01 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | 30,10 | 30,11 | 30,11 | 30,13 | 30,14 | 30,09 | 30,09 | 30,11 | 30,12 |
| T 3 | 38,02 | 38,09 | 38,09 | 38,03 | 38,03 | 38,01 | 38,01 | 38,04 | 38,02 | 38,03 | 38,02 |
| T 4 | 43,47 | 43,47 | 43,48 | 43,45 | 43,46 | 43,48 | 43,49 | 43,40 | 43,40 | 43,47 | 43,47 |
| T 5 | 43,34 | 43,35 | 43,32 | 43,29 | 43,29 | 43,30 | 43,29 | 43,28 | 43,27 | 43,31 | 43,32 |
| T 6 | 43,43 | 43,37 | 43,36 | 43,40 | 43,38 | 43,38 | 43,39 | 43,34 | 43,34 | 43,36 | 43,36 |
| S 1 | 42,17 | 42,21 | 42,21 | 42,14 | 42,17 | 42,28 | 42,31 | 42,17 | 42,17 | 42,25 | 42,25 |
| S 2 | 47,30 | 47,30 | 47,29 | 47,25 | 47,25 | 47,46 | 47,45 | 47,31 | 47,30 | 47,39 | 47,38 |
| S 3 | 49,60 | 49,60 | 49,60 | 49,50 | 49,52 | 49,82 | 49,80 | 49,65 | 49,64 | 49,69 | 49,70 |
| S 4 | 47,53 | 47,57 | 47,56 | 47,39 | 47,39 | 47,72 | 47,70 | 47,52 | 47,54 | 47,65 | 47,66 |
| S 5 | 43,01 | 43,04 | 43,04 | 42,97 | 42,98 | 43,13 | 43,13 | 43,02 | 43,01 | 43,05 | 43,06 |

5b) CLAN-PASTE, 48 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A1 | | B1 | | C1 | | D1 | | E1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,38 | 14,36 | 14,38 | 14,38 | 14,39 | 14,38 | 14,37 | 14,39 | 14,37 | 14,38 |
| K 2 | 11,01 | 11,03 | 11,04 | 11,02 | 11,01 | 11,01 | 11,01 | 11,02 | 11,02 | 11,03 | 11,03 |
| K 3 | 10,05 | 10,07 | 10,06 | 10,07 | 10,07 | 10,07 | 10,07 | 10,05 | 10,06 | 10,05 | 10,05 |
| K 4 | 9,11 | 9,16 | 9,15 | 9,13 | 9,15 | 9,14 | 9,13 | 9,14 | 9,13 | 9,14 | 9,13 |
| K 5 | 9,36 | 9,28 | 9,28 | 9,31 | 9,31 | 9,33 | 9,32 | 9,29 | 9,29 | 9,30 | 9,31 |
| K 6 | 7,34 | 7,37 | 7,37 | 7,35 | 7,35 | 7,36 | 7,38 | 7,36 | 7,37 | 7,36 | 7,36 |
| K 7 | 6,69 | 6,67 | 6,67 | 6,72 | 6,70 | 6,73 | 6,74 | 6,66 | 6,67 | 6,69 | 6,69 |
| K 8 | 10,20 | 10,18 | 10,17 | 10,17 | 10,17 | 10,16 | 10,15 | 10,18 | 10,17 | 10,17 | 10,16 |
| K 9 | 8,52 | 8,48 | 8,49 | 8,48 | 8,49 | 8,51 | 8,51 | 8,49 | 8,49 | 8,52 | 8,53 |
| K10 | 11,80 | 11,77 | 11,77 | 11,77 | 11,77 | 11,81 | 11,80 | 11,79 | 11,79 | 11,76 | 11,76 |
| K11 | 12,09 | 12,10 | 12,11 | 12,09 | 12,10 | 12,08 | 12,08 | 12,07 | 12,08 | 12,12 | 12,11 |
| K12 | 12,32 | 12,31 | 12,33 | 12,33 | 12,33 | 12,39 | 12,40 | 12,39 | 12,39 | 12,38 | 12,39 |
| T 1 | 13,96 | 13,97 | 13,97 | 13,99 | 13,99 | 14,01 | 14,01 | 13,98 | 13,97 | 13,99 | 13,98 |
| T 2 | 30,15 | 30,09 | 30,10 | 30,11 | 30,12 | 30,11 | 30,11 | 30,09 | 30,08 | 30,13 | 30,13 |
| T 3 | 38,02 | 37,98 | 37,99 | 38,01 | 38,00 | 38,00 | 38,00 | 37,99 | 37,99 | 38,00 | 37,99 |
| T 4 | 43,47 | 43,45 | 43,44 | 43,44 | 43,45 | 43,45 | 43,43 | 43,39 | 43,40 | 43,44 | 43,44 |
| T 5 | 43,34 | 43,32 | 43,33 | 43,27 | 43,26 | 43,30 | 43,31 | 43,30 | 43,30 | 43,30 | 43,31 |
| T 6 | 43,43 | 43,36 | 43,36 | 43,33 | 43,33 | 43,37 | 43,35 | 43,32 | 43,33 | 43,35 | 43,36 |
| S 1 | 42,17 | 42,23 | 42,22 | 42,17 | 42,16 | 42,26 | 42,28 | 42,22 | 42,21 | 42,16 | 42,15 |
| S 2 | 47,30 | 47,37 | 47,36 | 47,25 | 47,26 | 47,43 | 47,42 | 47,33 | 47,34 | 47,28 | 47,29 |
| S 3 | 49,60 | 49,65 | 49,65 | 49,53 | 49,55 | 49,66 | 49,67 | 49,62 | 49,62 | 49,57 | 49,57 |
| S 4 | 47,53 | 47.48 | 47.46 | 47.48 | 47.49 | 47.50 | 47,50 | 47,54 | 47.55 | 47,40 | 47,41 |
| S 5 | 43,01 | 43,01 | 43,00 | 43,00 | 43,01 | 43,06 | 43,04 | 43,03 | 43,03 | 43,01 | 43,01 |

6a) IMPREGUM, 0 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A2 | | B2 | | C2 | | D2 | | E2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,39 | 14,39 | 14,39 | 14,40 | 14,41 | 14,41 | 14,42 | 14,42 | 14,40 | 14,38 |
| K 2 | 11,01 | 11,01 | 11,01 | 11,01 | 11,01 | 11,01 | 11,00 | 11,00 | 11,01 | 11,00 | 11,01 |
| K 3 | 10,05 | 10,04 | 10,06 | 10,06 | 10,06 | 10,06 | 10,05 | 10,08 | 10,10 | 10,07 | 10,07 |
| K 4 | 9,11 | 9,13 | 9,13 | 9,13 | 9,14 | 9,15 | 9,15 | 9,15 | 9,16 | 9,14 | 9,15 |
| K 5 | 9,36 | 9,31 | 9,31 | 9,31 | 9,30 | 9,29 | 9,30 | 9,27 | 9,27 | 9,30 | 9,29 |
| K 6 | 7,34 | 7,35 | 7,35 | 7,36 | 7,37 | 7,35 | 7,36 | 7,38 | 7,38 | 7,36 | 7,37 |
| K 7 | 6,69 | 6,69 | 6,68 | 6,69 | 6,70 | 6,68 | 6,69 | 6,71 | 6,71 | 6,65 | 6,66 |
| K 8 | 10,20 | 10,19 | 10,20 | 10,16 | 10,16 | 10,18 | 10,18 | 10,18 | 10,16 | 10,17 | 10,16 |
| K 9 | 8,52 | 8,53 | 8,52 | 8,48 | 8,49 | 8,53 | 8,52 | 8,55 | 8,55 | 8,54 | 8,54 |
| K10 | 11,80 | 11,77 | 11,78 | 11,76 | 11,76 | 11,77 | 11,79 | 11,79 | 11,79 | 11,77 | 11,77 |
| K11 | 12,09 | 12,10 | 12,09 | 12,10 | 12,09 | 12,10 | 12,10 | 12,09 | 12,09 | 12,10 | 12,09 |
| K12 | 12,32 | 12,38 | 12,38 | 12,36 | 12,36 | 12,38 | 12,38 | 12,40 | 12,40 | 12,40 | 12,39 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | 14,00 | 13,97 | 13,99 | 14,01 | 14,01 | 13,99 | 14,00 | 14,00 | 14,00 |
| T 2 | 30,15 | 30,12 | 30,12 | 30,09 | 30,08 | 30,10 | 30,09 | 30,09 | 30,09 | 30,07 | 30,07 |
| T 3 | 38,02 | 37,98 | 37,99 | 37,97 | 37,96 | 38,00 | 38,00 | 37,98 | 37,97 | 37,98 | 37,97 |
| T 4 | 43,47 | 43,43 | 43,42 | 43,42 | 43,42 | 43,43 | 43,44 | 43,45 | 43,45 | 43,45 | 43,45 |
| T 5 | 43,34 | 43,32 | 43,31 | 43,31 | 43,30 | 43,27 | 43,28 | 43,28 | 43,28 | 43,34 | 43,33 |
| T 6 | 43,43 | 43,31 | 43,31 | 43,32 | 43,31 | 43,34 | 43,33 | 43,32 | 43,34 | 43,33 | 43,33 |
| S 1 | 42,17 | 42,29 | 42,30 | 42,24 | 42,25 | 42,22 | 42,22 | 42,34 | 42,33 | 42,24 | 42,23 |
| S 2 | 47,30 | 47,45 | 47,45 | 47,39 | 47,39 | 47,33 | 47,34 | 47,52 | 47,53 | 47,38 | 47,38 |
| S 3 | 49,60 | 49,78 | 49,78 | 49,67 | 49,66 | 49,64 | 49,64 | 49,71 | 49,70 | 49,70 | 49,68 |
| S 4 | 47,53 | 47,67 | 47,67 | 47,61 | 47,59 | 47,53 | 47,55 | 47,71 | 47,72 | 47,51 | 47,50 |
| S 5 | 43,01 | 43,10 | 43,10 | 43,07 | 43,07 | 43,03 | 43,03 | 43,11 | 43,10 | 43,04 | 43,04 |

6b) IMPREGUM, 48 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A1 | | B1 | | C1 | | D1 | | E1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,34 | 14,33 | 14,37 | 14,36 | 14,36 | 14,36 | 14,37 | 14,38 | 14,40 | 14,39 |
| K 2 | 11,01 | 11,02 | 11,03 | 11,05 | 11,04 | 11,02 | 11,01 | 11,00 | 11,00 | 11,00 | 10,99 |
| K 3 | 10,05 | 10,04 | 10,05 | 10,07 | 10,08 | 10,07 | 10,06 | 10,06 | 10,07 | 10,06 | 10,06 |
| K 4 | 9,11 | 9,14 | 9,15 | 9,13 | 9,14 | 9,15 | 9,17 | 9,16 | 9,15 | 9,13 | 9,12 |
| K 5 | 9,36 | 9,30 | 9,29 | 9,31 | 9,29 | 9,30 | 9,31 | 9,28 | 9,27 | 9,34 | 9,34 |
| K 6 | 7,34 | 7,37 | 7,37 | 7,38 | 7,38 | 7,35 | 7,35 | 7,33 | 7,33 | 7,40 | 7,40 |
| K 7 | 6,69 | 6,77 | 6,78 | 6,77 | 6,77 | 6,63 | 6,63 | 6,71 | 6,71 | 6,66 | 6,65 |
| K 8 | 10,20 | 10,19 | 10,20 | 10,13 | 10,13 | 10,19 | 10,19 | 10,17 | 10,16 | 10,17 | 10,18 |
| K 9 | 8,52 | 8,55 | 8,56 | 8,51 | 8,51 | 8,51 | 8,51 | 8,53 | 8,53 | 8,56 | 8,54 |
| K10 | 11,80 | 11,77 | 11,78 | 11,83 | 11,83 | 11,78 | 11,77 | 11,79 | 11,78 | 11,80 | 11,79 |
| K11 | 12,09 | 12,13 | 12,14 | 12,11 | 12,12 | 12,10 | 12,10 | 12,08 | 12,06 | 12,04 | 12,04 |
| K12 | 12,32 | 12,38 | 12,39 | 12,29 | 12,28 | 12,35 | 12,34 | 12,32 | 12,36 | 12,27 | 12,27 |
| T 1 | 13,96 | 14,01 | 14,00 | 14,00 | 14,01 | 13,99 | 13,98 | 13,99 | 14,00 | 13,99 | 13,99 |
| T 2 | 30,15 | 30,13 | 30,12 | 30,07 | 30,08 | 30,05 | 30,05 | 30,12 | 30,10 | 30,07 | 30,08 |
| T 3 | 38,02 | 37,97 | 37,97 | 37,92 | 37,91 | 38,02 | 38,01 | 38,02 | 38,02 | 38,00 | 38,00 |
| T 4 | 43,47 | 43,46 | 43,46 | 43,46 | 43,46 | 43,40 | 43,40 | 43,44 | 43,43 | 43,47 | 43,47 |
| T 5 | 43,34 | 43,38 | 43,37 | 43,22 | 43,32 | 43,38 | 43,37 | 43,26 | 43,26 | 43,41 | 43,40 |
| T 6 | 43,43 | 43,33 | 43,31 | 43,39 | 43,38 | 43,44 | 43,40 | 43,34 | 43,35 | 43,37 | 43,36 |
| S 1 | 42,17 | 42,14 | 42,13 | 42,28 | 42,29 | 42,21 | 42,20 | 42,12 | 42,12 | 42,17 | 42,18 |
| S 2 | 47,30 | 47,36 | 47,36 | 47,42 | 47,43 | 47,28 | 47,29 | 47,20 | 47,21 | 47,32 | 47,31 |
| S 3 | 49,60 | 49,56 | 49,55 | 49,76 | 49,76 | 49,61 | 49,62 | 49,51 | 49,51 | 49,62 | 49,61 |
| S 4 | 47,53 | 47,58 | 47,59 | 47,48 | 47,48 | 47,54 | 47,54 | 47,43 | 47,42 | 47,51 | 47,51 |
| S 5 | 43,01 | 43,01 | 43,01 | 43,09 | 43,08 | 43,01 | 43,02 | 43,00 | 42,99 | 43,04 | 43,05 |

7a) KERR PERMLASTIC, 0 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A2 | | B2 | | C2 | | D2 | | E2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,31 | 14,32 | 14,41 | 14,40 | 14,31 | 14,30 | 14,33 | 14,33 | 14,33 | 14,33 |
| K 2 | 11,01 | 11,04 | 11,04 | 11,04 | 11,03 | 11,02 | 11,03 | 11,02 | 11,02 | 11,03 | 11,03 |
| K 3 | 10,05 | 10,09 | 10,08 | 10,03 | 10,03 | 10,06 | 10,06 | 10,04 | 10,04 | 10,08 | 10,08 |
| K 4 | 9,11 | 9,15 | 9,15 | 9,12 | 9,12 | 9,13 | 9,12 | 9,15 | 9,15 | 9,12 | 9,12 |
| K 5 | 9,36 | 9,29 | 9,29 | 9,32 | 9,32 | 9,30 | 9,31 | 9,33 | 9,32 | 9,33 | 9,33 |
| K 6 | 7,34 | 7,39 | 7,39 | 7,38 | 7,37 | 7,36 | 7,37 | 7,35 | 7,34 | 7,34 | 7,38 |
| K 7 | 6,69 | 6,67 | 6,67 | 6,73 | 6,73 | 6,68 | 6,68 | 6,69 | 6,69 | 6,68 | 6,68 |
| K 8 | 10,20 | 10,16 | 10,16 | 10,16 | 10,17 | 10,17 | 10,17 | 10,16 | 10,15 | 10,13 | 10,12 |
| K 9 | 8,52 | 8,58 | 8,57 | 8,52 | 8,52 | 8,54 | 8,54 | 8,54 | 8,54 | 8,52 | 8,52 |
| K10 | 11,80 | 11,76 | 11,76 | 11,76 | 11,75 | 11,75 | 11,75 | 11,76 | 11,76 | 11,75 | 11,75 |
| K11 | 12,09 | 12,10 | 12,08 | 12,11 | 12,11 | 12,06 | 12,05 | 12,06 | 12,06 | 12,05 | 12,05 |
| K12 | 12,32 | 12,39 | 12,39 | 12,29 | 12,31 | 12,30 | 12,30 | 12,35 | 12,35 | 12,26 | 12,27 |
| T 1 | 13,96 | 14,01 | 14,01 | 13,99 | 14,00 | 14,00 | 13,99 | 13,99 | 14,00 | 14,00 | 13,99 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | 30,11 | 30,13 | 30,13 | 30,12 | 30,11 | 30,09 | 30,09 | 29,99 | 29,97 |
| T 3 | 38,02 | 37,99 | 37,99 | 38,00 | 38,01 | 38,01 | 38,02 | 38,00 | 37,99 | 37,93 | 37,93 |
| T 4 | 43,47 | 43,47 | 43,46 | 43,48 | 43,48 | 43,46 | 43,47 | 43,42 | 43,44 | 43,45 | 43,46 |
| T 5 | 43,34 | 43,32 | 43,33 | 43,36 | 43,36 | 43,35 | 43,37 | 43,30 | 43,29 | 43,35 | 43,34 |
| T 6 | 43,43 | 43,38 | 43,47 | 43,34 | 43,32 | 43,38 | 43,37 | 43,30 | 43,30 | 43,34 | 43,33 |
| S 1 | 42,17 | 42,23 | 42,24 | 42,17 | 42,17 | 42,20 | 42,20 | 42,13 | 42,13 | 42,14 | 42,13 |
| S 2 | 47,30 | 47,17 | 47,17 | 47,28 | 47,28 | 47,28 | 47,27 | 47,22 | 47,22 | 47,33 | 47,32 |
| S 3 | 49,60 | 49,47 | 49,48 | 49,63 | 49,62 | 49,55 | 49,54 | 49,52 | 49,52 | 49,61 | 49,59 |
| S 4 | 47,53 | 47,62 | 47,62 | 47,48 | 47,48 | 47,55 | 47,56 | 47,48 | 47,48 | 47,61 | 47,60 |
| S 5 | 43,01 | 43,06 | 43,05 | 43,06 | 43,04 | 43,05 | 43,04 | 42,98 | 42,99 | 43,01 | 43,01 |

7b) KERR PERMLASTIC, 48 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A1 | | B1 | | C1 | | D1 | | E1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,31 | 14,32 | 14,37 | 14,37 | 14,36 | 14,37 | 14,34 | 14,33 | 14,33 | 14,34 |
| K 2 | 11,01 | 11,03 | 11,04 | 11,04 | 11,03 | 11,04 | 11,03 | 11,05 | 11,03 | 11,05 | 11,05 |
| K 3 | 10,05 | 10,06 | 10,06 | 10,09 | 10,09 | 10,07 | 10,07 | 10,06 | 10,07 | 10,05 | 10,06 |
| K 4 | 9,11 | 9,13 | 9,12 | 9,10 | 9,11 | 9,12 | 9,12 | 9,14 | 9,14 | 9,14 | 9,15 |
| K 5 | 9,36 | 9,28 | 9,28 | 9,32 | 9,31 | 9,27 | 9,27 | 9,32 | 9,33 | 9,30 | 9,29 |
| K 6 | 7,34 | 7,40 | 7,39 | 7,37 | 7,38 | 7,44 | 7,44 | 7,39 | 7,37 | 7,40 | 7,39 |
| K 7 | 6,69 | 6,76 | 6,76 | 6,67 | 6,66 | 6,70 | 6,72 | 6,70 | 6,69 | 6,75 | 6,74 |
| K 8 | 10,20 | 10,14 | 10,14 | 10,23 | 10,24 | 10,14 | 10,15 | 10,18 | 10,19 | 10,11 | 10,11 |
| K 9 | 8,52 | 8,55 | 8,57 | 8,57 | 8,57 | 8,55 | 8,55 | 8,55 | 8,55 | 8,60 | 8,61 |
| K10 | 11,80 | 11,77 | 11,78 | 11,83 | 11,84 | 11,76 | 11,75 | 11,77 | 11,78 | 11,80 | 11,79 |
| K11 | 12,09 | 12,11 | 12,12 | 12,05 | 12,04 | 12,11 | 12,13 | 12,03 | 12,03 | 12,06 | 12,07 |
| K12 | 12,32 | 12,27 | 12,25 | 12,28 | 12,29 | 12,29 | 12,30 | 13,32 | 12,29 | 12,38 | 12,37 |
| T 1 | 13,96 | 13,99 | 13,98 | 13,98 | 13,97 | 14,01 | 14,02 | 14,00 | 14,00 | 14,03 | 14,05 |
| T 2 | 30,15 | 30,11 | 30,11 | 30,08 | 30,08 | 30,07 | 30,06 | 30,10 | 30,10 | 30,11 | 30,10 |
| T 3 | 38,02 | 38,02 | 38,00 | 37,99 | 37,98 | 38,03 | 38,03 | 38,02 | 38,02 | 38,03 | 38,03 |
| T 4 | 43,47 | 43,51 | 43,50 | 43,43 | 43,43 | 43,43 | 43,43 | 43,46 | 43,46 | 43,45 | 43,46 |
| T 5 | 43,34 | 43,37 | 43,37 | 43,41 | 43,41 | 43,39 | 43,38 | 43,32 | 43,32 | 43,32 | 43,31 |
| T 6 | 43,43 | 43,36 | 43,36 | 43,34 | 43,35 | 43,31 | 43,31 | 43,37 | 43,36 | 43,33 | 43,32 |
| S 1 | 42,17 | 42,22 | 42,21 | 42,32 | 42,32 | 42,18 | 42,18 | 42,18 | 42,17 | 42,29 | 42,30 |
| S 2 | 47,30 | 47,34 | 47,35 | 47,43 | 47,44 | 47,43 | 47,43 | 47,28 | 47,29 | 47,38 | 47,38 |
| S 3 | 49,60 | 49,64 | 49,64 | 49,71 | 49,70 | 49,71 | 49,71 | 49,63 | 49,64 | 49,71 | 49,70 |
| S 4 | 47,53 | 47,59 | 47,58 | 47,62 | 47,62 | 47,62 | 47,63 | 47,53 | 47,54 | 47,50 | 47,50 |
| S 5 | 43,01 | 43,03 | 43,02 | 43,07 | 43,09 | 43,09 | 43,09 | 43,03 | 43,03 | 43,11 | 43,10 |

8a) SR IVOSEAL, 0 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A2 | | B2 | | C2 | | D2 | | E2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,10 | 14,11 | 14,15 | 14,16 | 13,89 | 13,90 | 14,27 | 14,25 | 14,19 | 14,17 |
| K 2 | 11,01 | 11,04 | 11,02 | 11,03 | 11,03 | 11,01 | 11,02 | 11,04 | 11,05 | 11,03 | 11,04 |
| K 3 | 10,05 | 10,02 | 10,03 | 10,04 | 10,05 | 10,07 | 10,06 | 10,05 | 10,08 | 10,06 | 10,07 |
| K 4 | 9,11 | 9,16 | 9,15 | 9,15 | 9,12 | 9,12 | 9,13 | 9,13 | 9,12 | 9,13 | 9,14 |
| K 5 | 9,36 | 9,33 | 9,33 | 9,32 | 9,33 | 9,38 | 9,38 | 9,33 | 9,33 | 9,34 | 9,33 |
| K 6 | 7,34 | 7,37 | 7,37 | 7,39 | 7,39 | 7,41 | 7,42 | 7,44 | 7,43 | 7,42 | 7,43 |
| K 7 | 6,69 | 6,76 | 6,75 | 6,70 | 6,69 | 6,69 | 6,71 | 6,76 | 6,76 | 6,72 | 6,73 |
| K 8 | 10,20 | 10,18 | 10,18 | 10,19 | 10,18 | 10,16 | 10,16 | 10,21 | 10,21 | 10,14 | 10,15 |
| K 9 | 8,52 | 8,52 | 8,52 | 8,54 | 8,57 | 8,59 | 8,59 | 8,60 | 8,59 | 8,57 | 8,57 |
| K10 | 11,80 | 11,77 | 11,77 | 11,74 | 11,76 | 11,71 | 11,70 | 11,74 | 11,77 | 11,74 | 11,75 |
| K11 | 12,09 | 12,09 | 12,10 | 12,07 | 12,07 | 12,04 | 12,05 | 12,09 | 12,10 | 12,11 | 12,11 |
| K12 | 12,32 | 12,21 | 12,20 | 12,32 | 12,32 | 12,28 | 12,27 | 12,36 | 12,35 | 12,21 | 12,21 |
| T 1 | 13,96 | 14,03 | 14,03 | 14,01 | 14,02 | 14,02 | 14,01 | 14,07 | 14,07 | 13,95 | 13,96 |
| T 2 | 30,15 | 30,06 | 30,06 | 30,22 | 30,23 | 30,22 | 30,22 | 30,20 | 30,20 | 30,15 | 30,15 |
| T 3 | 38,02 | 38,03 | 38,01 | 38,09 | 38,09 | 38,13 | 38,13 | 38,06 | 38,05 | 38,09 | 38,08 |
| T 4 | 43,47 | 43,49 | 43,47 | 43,53 | 43,52 | 43,47 | 43,48 | 43,59 | 43,60 | 43,48 | 43,49 |
| T 5 | 43,34 | 43,28 | 43,29 | 43,29 | 43,28 | 43,29 | 43,30 | 43,34 | 43,32 | 43,31 | 43,31 |
| T 6 | 43,43 | 43,26 | 43,27 | 43,34 | 43,34 | 43,30 | 43,29 | 43,32 | 43,33 | 43,26 | 43,25 |
| S 1 | 42,17 | 42,14 | 42,15 | 42,05 | 42,06 | 42,21 | 42,22 | 42,16 | 42,16 | 42,22 | 42,21 |
| S 2 | 47,30 | 47,26 | 47,26 | 47,09 | 47,09 | 47,35 | 47,34 | 47,24 | 47,25 | 47,24 | 47,23 |
| S 3 | 49,60 | 49,65 | 49,65 | 49,38 | 49,38 | 49,68 | 49,67 | 49,57 | 49,59 | 49,55 | 49,56 |
| S 4 | 47,53 | 47,45 | 47,45 | 47,31 | 47,30 | 47,57 | 47,59 | 47,47 | 47,48 | 47,49 | 47,50 |
| S 5 | 43,01 | 43,04 | 43,03 | 42,94 | 42,95 | 43,06 | 43,06 | 42,98 | 42,99 | 43,08 | 43,08 |

8b) SR IVOSEAL, 48 Stunden Lagerzeit

| Strecke | SW | Modell A | | B | | C | | D | | E | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,42 | 14,41 | 14,37 | 14,38 | 14,39 | 14,39 | 14,32 | 14,32 | 14,38 | 14,37 |
| K 2 | 11,01 | 11,04 | 11,05 | 11,02 | 11,01 | 11,03 | 11,01 | 11,02 | 11,02 | 10,97 | 10,97 |
| K 3 | 10,05 | 10,05 | 10,05 | 10,02 | 10,02 | 10,05 | 10,05 | 10,04 | 10,05 | 10,05 | 10,03 |
| K 4 | 9,11 | 9,14 | 9,14 | 9,17 | 9,17 | 9,13 | 9,13 | 9,14 | 9,11 | 9,15 | 9,16 |
| K 5 | 9,36 | 9,33 | 9,34 | 9,31 | 9,29 | 9,33 | 9,31 | 9,33 | 9,33 | 9,29 | 9,32 |
| K 6 | 7,34 | 7,36 | 7,36 | 7,36 | 7,38 | 7,34 | 7,36 | 7,36 | 7,36 | 7,37 | 7,36 |
| K 7 | 6,69 | 6,64 | 6,63 | 6,66 | 6,68 | 6,72 | 6,73 | 6,70 | 6,67 | 6,63 | 6,62 |
| K 8 | 10,20 | 10,26 | 10,27 | 10,19 | 10,21 | 10,17 | 10,17 | 10,18 | 10,17 | 10,21 | 10,21 |
| K 9 | 8,52 | 8,46 | 8,46 | 8,46 | 8,47 | 8,52 | 8,50 | 8,50 | 8,50 | 8,52 | 8,53 |
| K10 | 11,80 | 11,82 | 11,81 | 11,81 | 11,80 | 11,83 | 11,84 | 11,82 | 11,80 | 11,80 | 11,80 |
| K11 | 12,09 | 12,15 | 12,15 | 12,16 | 12,15 | 12,12 | 12,14 | 12,15 | 12,12 | 12,14 | 12,14 |
| K12 | 12,32 | 12,28 | 12,29 | 12,35 | 12,36 | 12,31 | 12,32 | 12,30 | 12,29 | 12,29 | 12,31 |
| T 1 | 13,96 | 14,03 | 14,01 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,00 | 14,03 | 14,04 | 14,03 | 14,04 |
| T 2 | 30,15 | 30,17 | 30,17 | 30,07 | 30,09 | 30,08 | 30,09 | 30,09 | 30,12 | 30,12 | 30,12 |
| T 3 | 38,02 | 38,02 | 38,02 | 38,06 | 38,05 | 38,04 | 38,05 | 38,08 | 38,08 | 38,03 | 38,03 |
| T 4 | 43,47 | 43,45 | 43,43 | 43,51 | 43,48 | 43,45 | 43,46 | 43,50 | 43,49 | 43,48 | 43,47 |
| T 5 | 43,34 | 43,34 | 43,33 | 43,40 | 43,38 | 43,41 | 43,39 | 43,34 | 43,33 | 43,32 | 43,33 |
| T 6 | 43,43 | 43,41 | 43,40 | 43,38 | 43,37 | 43,44 | 43,43 | 43,45 | 43,45 | 43,42 | 43,40 |
| S 1 | 42,17 | 42,24 | 42,23 | 42,15 | 42,15 | 42,18 | 42,18 | 42,19 | 42,18 | 42,19 | 42,18 |
| S 2 | 47,30 | 47,38 | 47,39 | 47,34 | 47,35 | 47,25 | 47,26 | 47,29 | 47,29 | 47,32 | 47,31 |
| S 3 | 49,60 | 49,73 | 49,71 | 49,55 | 49,55 | 49,58 | 49,58 | 49,59 | 49,57 | 49,59 | 49,60 |
| S 4 | 47,53 | 47,66 | 47,65 | 47,48 | 47,47 | 47,47 | 47,46 | 47,46 | 47,49 | 47,53 | 47,55 |
| S 5 | 43,01 | 43,07 | 43,08 | 43,08 | 43,10 | 43,16 | 43,16 | 43,03 | 43,02 | 43,06 | 43,07 |

9) PALGAT-HANDGEMISCHT

| Strecke | SW | Modell A | | B | | C | | D | | E | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K 1 | 14,37 | 14,41 | 14,42 | 14,42 | 14,42 | 14,37 | 14,37 | 14,43 | 14,42 | 14,34 | 14,37 |
| K 2 | 11,01 | 11,02 | 11,01 | 11,05 | 11,04 | 11,01 | 11,00 | 11,04 | 11,04 | 11,04 | 11,05 |
| K 3 | 10,05 | 10,08 | 10,03 | 10,05 | 10,04 | 10,03 | 10,03 | 10,00 | 10,00 | 10,02 | 10,01 |
| K 4 | 9,11 | 9,14 | 9,15 | 9,19 | 9,17 | 9,18 | 9,17 | 9,16 | 9,15 | 9,17 | 9,17 |
| K 5 | 9,36 | 9,28 | 9,27 | 9,37 | 9,36 | 9,30 | 9,31 | 9,33 | 9,31 | 9,32 | 9,31 |
| K 6 | 7,34 | 7,36 | 7,37 | 7,30 | 7,29 | 7,30 | 7,31 | 7,30 | 7,28 | 7,35 | 7,33 |
| K 7 | 6,69 | 6,66 | 6,67 | 6,73 | 6,73 | 6,69 | 6,68 | 6,64 | 6,64 | 6,63 | 6,63 |
| K 8 | 10,20 | 10,22 | 10,22 | 10,33 | 10,31 | 10,18 | 10,18 | 10,25 | 10,26 | 10,29 | 10,29 |
| K 9 | 8,85 | 8,51 | 8,51 | 8,47 | 8,48 | 8,46 | 8,45 | 8,44 | 8,46 | 8,45 | 8,45 |
| K10 | 11,80 | 11,78 | 11,78 | 11,78 | 11,78 | 11,82 | 11,80 | 11,80 | 11,80 | 11,76 | 11,75 |
| K11 | 12,09 | 12,15 | 12,14 | 12,10 | 12,10 | 12,11 | 12,12 | 12,08 | 12,09 | 12,09 | 12,09 |
| K12 | 12,32 | 12,33 | 12,34 | 12,25 | 12,23 | 12,34 | 12,33 | 12,42 | 12,41 | 12,24 | 12,27 |
| T 1 | 13,96 | 14,00 | 13,99 | 14,01 | 14,01 | 13,99 | 14,00 | 13,98 | 13,97 | 13,96 | 13,97 |
| T 2 | 30,15 | 30,08 | 30,07 | 30,08 | 30,09 | 30,08 | 30,08 | 30,13 | 30,13 | 30,14 | 30,15 |
| T 3 | 38,02 | 38,06 | 38,05 | 37,98 | 37,92 | 37,95 | 37,95 | 38,05 | 38,05 | 38,04 | 38,02 |
| T 4 | 43,47 | 43,42 | 43,42 | 43,45 | 43,46 | 43,43 | 43,41 | 43,44 | 43,43 | 43,42 | 43,43 |
| T 5 | 43,34 | 43,30 | 43,31 | 43,35 | 43,35 | 43,31 | 43,30 | 43,37 | 43,34 | 43,30 | 43,31 |
| T 6 | 43,43 | 43,46 | 43,46 | 43,39 | 43,40 | 43,40 | 43,42 | 43,43 | 43,44 | 43,45 | 43,45 |
| S 1 | 42,17 | 42,18 | 42,17 | 42,21 | 42,22 | 42,24 | 42,23 | 42,40 | 42,38 | 42,23 | 42,21 |
| S 2 | 47,30 | 47,31 | 47,31 | 47,33 | 47,35 | 47,35 | 47,35 | 47,43 | 47,43 | 47,48 | 47,50 |
| S 3 | 49,60 | 49,55 | 49,54 | 49,64 | 49,62 | 49,60 | 49,62 | 49,78 | 49,79 | 49,76 | 49,74 |
| S 4 | 47,58 | 47,54 | 47,53 | 47,52 | 47,53 | 47,54 | 47,55 | 47,61 | 47,59 | 47,54 | 47,55 |
| S 5 | 43,01 | 43,01 | 43,01 | 42,97 | 42,96 | 43,05 | 43,04 | 43,04 | 43,03 | 42,99 | 43,00 |

10) PALGAT-VAKUUMGEMISCHT

Zum Schluß der Arbeit möchte ich
Herrn Prof. Dr. Körber für die
Überlassung des Themas und Herrn
Oberarzt Dr. Lehmann für seine
stets freundliche und wertvolle
Unterstützung herzlich danken.

# L E B E N S L A U F

Am 11. Juni 1947 wurde ich, Monika Waiblinger, geb. Smiatek, als Tochter des Zahntechnikermeisters Hans Smiatek und seiner Ehefrau Ursula, geb. Schiller, in Bremen geboren.

Von 1954 bis 1958 besuchte ich in Bremen-Vegesack die Grundschule. Danach trat ich in das mathematisch-naturwissenschaftliche und neusprachliche Gymnasium in Bremen-Lesum über, wo ich im Herbst 1966 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommersemester 1967 nahm ich an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen das Studium der Zahnheilkunde auf und bestand dort am 27.3.1968 die naturwissenschaftliche Vorprüfung für Zahnärzte und am 14.10.1969 die zahnärztliche Vorprüfung. Am 6.6.1972 bestand ich vor dem Prüfungsausschuß in Tübingen das Staatsexamen und erhielt die Bestallung als Zahnärztin.

Am 28.6.1973 verheiratete ich mich mit Dr. med. Gert-Otto Waiblinger aus Tübingen.